COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 FÉVRIER 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation d'un Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Chambrelent*, pour remplir la place devenue vacante dans la Section d'Économie rurale par le décès de M. Peligot.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Chambrelent** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. le général *Ibañez*, Correspondant de la Section de Géographie et Navigation, décédé à Nice le 29 janvier 1891.

Notice sur le général Ibañez, *Correspondant de l'Académie;*
par M. J. Bertrand.

« Le général de division don Carlos Ibañez e Ibañez de Ibero, marquis de Mulhacén, directeur général de l'Institut géographique et statistique d'Espagne, était né à Barcelone en 1824 ou en 1825. Entré fort jeune encore à l'École de Guadalajara, il sortit dans le corps du génie. Très appliqué à tous ses devoirs, il se fit remarquer surtout, dès le début de sa carrière, par son goût pour la Science et son habileté à manier les instruments de précision. Lorsque le gouvernement espagnol, en 1852, voulut entreprendre la construction d'une grande Carte topographique du Royaume, le capitaine Ibañez fut désigné, en même temps que le capitaine don Carlos Saavedra Menesès, pour préparer, sous la direction du général Marquès de Hijosa, la réalisation de ce vaste projet.

» Les deux amis ne voulurent pas seulement construire une bonne Carte ; leur noble ambition, qu'ils ont su réaliser, était d'associer leur pays au mouvement scientifique qui, parti, comme on sait, du sein de notre ancienne Académie, avait pour but l'étude de la figure de la Terre. Le succès dépendait du choix des instruments. Entre l'ancien système des règles multiples, mises en contact bout à bout, et l'emploi d'une seule règle à traits, adopté pour la première fois en 1810, aux environs de Turin, par notre compatriote d'Aubuisson de Voisins, leur hésitation ne fut pas longue. Ils comprirent la supériorité de la règle unique; ils eurent la bonne fortune de s'adresser à Brunner qui construisit pour eux, et sous leur direction de chaque jour, car ils s'étaient installés chez lui, le chef-d'œuvre devenu célèbre dans les fastes de la Géodésie sous le nom de la *Règle espagnole*.

» La publication en deux forts Volumes des expériences faites à Paris et des résultats obtenus dans la plaine de la Manche, où les deux amis mesurèrent une base de près de 15^{km}, fut un véritable événement scientifique.

» L'Espagne, en abordant la Géodésie scientifique, dépassait pour son coup d'essai la précision obtenue jusqu'alors par les plus habiles observateurs. Les noms d'Ibañez et de Saavedra étaient désormais inséparables dans l'histoire de la Science.

» Saavedra, entraîné par la politique, devint directeur des Travaux

publics, laissa à son ami l'honneur d'achever la tâche, et mourut, peut-être, disait Ibañez, du chagrin de l'avoir abandonnée.

» Ibañez, à partir de 1866, resta seul pour achever l'organisation du grand service qui prit le nom d'*Institut géographique et statistique d'Espagne*, et qu'il dirigea pendant un quart de siècle.

» Ibañez donnait l'exemple. C'est lui qui, de 1865 à 1868, exécuta dans les îles Baléares trois mesures de bases avec une nouvelle règle de fer, construite sur ses indications par les fils de Brunner et au moyen de laquelle les opérations, encore très précises, marchaient très rapidement.

» Ibañez traça lui-même le réseau qui reliait les trois îles entre elles et aux provinces de Castellon, de Valencia et d'Alicante.

» L'infatigable géodésiste préludait ainsi à la grande et célèbre triangulation qu'il devait exécuter en 1879 avec notre regretté Confrère le général Perrier, à cette époque colonel, pour prolonger la méridienne de France par-dessus la Méditerranée jusqu'en Algérie.

» La description géodésique des îles Baléares forme un beau Volume, le troisième des Œuvres d'Ibañez.

» Ibañez n'était pas moins attentif et moins habile à diriger qu'à agir. La collection des travaux des collaborateurs de notre Confrère forme sept beaux Volumes in-4°; chaque Mémoire est accompagné d'une Notice dans laquelle Ibañez expose l'état d'avancement du travail et l'intérêt qu'il présente. Le programme placé en tête du premier Volume révèle la préoccupation scientifique et patriotique tout ensemble qui dirigea pendant toute sa carrière les efforts du général Ibañez, dont elle a assuré l'éclatant succès.

» Le Tableau des services que nous embrassons, disait-il, est le suivant : « travaux de Géodésie supérieure qui, sous la forme d'un réseau et cou- » vrant toute l'étendue de notre territoire péninsulaire, concourent, avec » ceux des autres nations de l'Europe, à la détermination de la forme et des » dimensions de la Terre et sont en même temps le fondement solide de » notre grande Carte nationale; détermination astronomique des latitudes » géographiques, des différences de longitude, des azimuts; détermination » de l'intensité de la pesanteur; triangulations des trois ordres géodésiques » pour arriver, par degrés successifs, à une triangulation topographique » sur laquelle repose la représentation du terrain; nivellements de pré- » cision le long de lignes radiales et transversales formant le réseau alti- » métrique; étude continue des marées sur divers points de nos côtes » pour arriver à la connaissance du niveau moyen de la mer comme sur- » face de comparaison; tracé et publication de la Carte topographique

» d'Espagne; métrologie de haute précision; cadastre de la richesse mo-
» bilière et statistique générale de la nation dans ses différentes branches. »

» Ce programme si vaste a été suivi de point en point. Les feuilles, déjà nombreuses, de la belle Carte topographique d'Espagne, gravées et tirées en couleur, ajoutent leur témoignage à ceux des sept Volumes de Mémoires et du magnifique Ouvrage publié en 1888 sous le titre de *Tableau géographique et statistique de l'Espagne*.

» Peu de pays possèdent, à l'heure actuelle, sur leur territoire, ses ressources de toute nature, son climat, son organisation politique et sociale, sa population, son commerce et son industrie, des documents statistiques aussi étendus et aussi détaillés que ceux que renferme ce Recueil de 1100 pages accompagné d'une très belle carte spéciale à l'échelle de $\frac{1}{500000}$.

» Ibañez ne s'est pas borné à travailler avec acharnement pour son pays et dans son pays : il s'est joint, avec le même dévouement et avec le même zèle, à ceux qui pressentent et préparent l'avenir.

» L'Association géodésique internationale créée à Berlin, vers 1861, par le savant général Baeyer ayant fait appel à tous les gouvernements, Ibañez fut désigné par le sien pour prendre part à ses travaux.

» Chaque année, à l'automne, il se rendait dans les villes où se tenait successivement le Congrès de cette Association, il y apportait d'intéressants résultats et des vues souvent nouvelles sur plusieurs des questions mises à l'étude. Son autorité grandissait dans cette savante et laborieuse compagnie, à laquelle appartiennent aujourd'hui plusieurs de nos plus éminents Confrères. A la mort du général Baeyer, Ibañez fut élu président, à la presque unanimité des suffrages.

» Une autre distinction non moins élevée l'attendait en France où, depuis le mois d'août 1870, il était membre de la Commission internationale du mètre. Cette Commission, dont nous n'avons pas à rappeler les longs et laborieux travaux, avait à choisir dans son sein douze membres pour composer un Comité permanent chargé d'élaborer les différentes questions à soumettre à la Commission générale.

» Dès la seconde session, en octobre 1872 (la première ayant été interrompue par la guerre), Ibañez était élu non seulement membre, mais président du Comité, et il a conservé ce titre et les fonctions qu'il lui imposait jusqu'à sa mort.

» La grande expérience du savant observateur, l'aménité de son caractère et sa grande loyauté ont concilié à Ibañez plus que l'estime, l'affection de tous ses collègues. La France ne saurait oublier les services rendus

par cet homme de bien à l'œuvre qu'elle a entreprise, d'engager tous les pays civilisés à adopter le système métrique et de les doter d'étalons irréprochables. Cette œuvre est, pour ainsi dire, atteinte, et la coopération d'Ibañez lui a été des plus précieuses.

» Le titre de marquis de Mulhacén a été pour Ibañez la glorieuse et juste récompense d'une action d'éclat scientifique dont elle rappelle le souvenir. La France l'a nommé Correspondant de notre Académie des Sciences et grand-officier de la Légion d'honneur. Les autres grands pays de l'Europe n'ont pas été moins reconnaissants; il appartenait à la plupart des grandes compagnies savantes, et il avait reçu les distinctions honorifiques les plus élevées.

» L'Académie s'associera, j'en suis certain, à l'expression du profond regret que nous exprimons à sa famille et au noble pays à l'illustration scientifique duquel ses leçons et son exemple n'ont pas moins contribué que ses excellents et utiles travaux. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement approché de la fonction perturbatrice*. Note de M. **H. Poincaré**.

« Il arrive souvent que, les moyens mouvements étant presque commensurables, certains termes de la fonction perturbatrice acquièrent, malgré leur rang élevé, une importance considérable par suite de la présence de petits diviseurs. Il peut être nécessaire de les calculer sans connaître les termes qui précèdent; mais le plus souvent on n'a besoin que d'une valeur approchée, parce qu'il ne s'agit que de reconnaître si ces termes sont négligeables.

» Le calcul de ces valeurs approchées a déjà, à plusieurs reprises, occupé les géomètres; le meilleur et le plus complet des travaux publiés dans cet ordre d'idées est une Thèse de M. Flamme, où cet astronome prend pour point de départ la méthode de M. Darboux sur les fonctions de très grands nombres.

» J'ai cru devoir revenir sur cette question pour la raison suivante. M. Flamme commence par développer, par les procédés ordinaires, la fonction perturbatrice en une somme de termes dont chacun est le produit de deux facteurs, le premier dépendant seulement de la longitude de la première planète, et le second de la longitude de la seconde planète. C'est à ces deux facteurs qu'il applique la méthode de M. Darboux. J'ai pensé

qu'il pouvait y avoir intérêt à éviter ce développement préliminaire et à appliquer directement cette méthode à la fonction perturbatrice elle-même.

» Mais pour cela il faut rendre la méthode de M. Darboux applicable aux fonctions de deux variables, ce qui peut se faire sans rien changer aux principes sur lesquels elle est fondée.

» Voici comment j'ai opéré. Soient l et l' les deux anomalies moyennes, u et u' les deux anomalies excentriques, R la fonction perturbatrice à développer.

» Soit

$$R = \sum A_{m_1 m_2} e^{(m_1 l + m_2 l')\sqrt{-1}}.$$

» Je me propose de calculer la valeur approchée de $A_{m_1 m_2}$ en supposant

$$m_1 = an + b, \qquad m_2 = cn + d,$$

où n est un entier très grand, a, b, c, d des entiers finis, a et c premiers entre eux.

» Par exemple, pour la grande inégalité de Pallas, on prendra

$$a = 2, \qquad b = 1, \qquad c = -1, \qquad d = 0, \qquad n = 8,$$

d'où

$$m_1 = 17, \qquad m_2 = 8.$$

» Posons maintenant

$$x = e^{u\sqrt{-1}}, \qquad y = e^{u'\sqrt{-1}},$$

$$e^{l\sqrt{-1}} = t^c, \qquad e^{l'\sqrt{-1}} = t^{-a} z^{\frac{1}{c}},$$

$$F(z, t) = R . t^{ad-bc-1} z^{-\frac{d}{c}}.$$

Soit de plus

$$\Phi(z) = \frac{1}{2i\pi}\int F(z,t)\,dt,$$

l'intégrale étant prise, en regardant z comme une constante, le long du cercle $|t| = 1$, il viendra

$$\Phi(z) = \sum A_{m_1 m_2} z^n \qquad (m_1 = an + b,\ m_2 = cn + d).$$

» Nous n'avons donc plus à étudier qu'une fonction d'une seule variable à laquelle la méthode de M. Darboux est directement applicable. On sait

que tout dépend de la valeur et de la nature des points singuliers de $\Phi(z)$.

» Or, pour trouver les points singuliers de $\Phi(z)$, il suffit d'exprimer que z a une valeur telle que deux des points singuliers de $F(z, t)$ considérée comme fonction de t viennent à se confondre. Toutes les valeurs de z ainsi obtenues ne conviennent pas à la question et une discussion est nécessaire.

» On trouve ainsi que les points singuliers de $\Phi(z)$ sont de deux sortes.

» Nous avons d'abord les quatre points

$$x = \tau \text{ ou } \frac{1}{\tau}, \qquad y = \tau' \text{ ou } \frac{1}{\tau'},$$

en appelant $\sin\varphi$ et $\sin\varphi'$ les excentricités, et posant

$$\tau = \operatorname{tang}\frac{\varphi}{2}, \qquad \tau' = \operatorname{tang}\frac{\varphi'}{2};$$

z étant, d'autre part, défini en fonction de x et de y par la relation

$$(1) \qquad z = x^a e^{\frac{a \sin\varphi}{2}\left(\frac{1}{x} - x\right)} y^c e^{\frac{c \sin\varphi'}{2}\left(\frac{1}{y} - y\right)}.$$

» Nous avons en second lieu les points définis de la manière suivante. Soit Δ le carré de la distance des deux planètes ; nous aurons les valeurs de z tirées des équations

$$(2) \qquad \Delta = \frac{d\Delta}{dt} = 0;$$

or ces équations peuvent être remplacées par les suivantes

$$(3) \qquad P = 0, \qquad Q = 0,$$

P et Q étant deux polynômes entiers en x et y, le premier du 6e ordre, le second du 7e ; quant à z, il est toujours défini en fonction de x et y par la relation (1).

» Si l'on élimine y entre les deux équations (3), on est amené à une équation algébrique en x du 24e degré.

» Ce degré élevé crée une première difficulté. Heureusement on pourra se contenter dans le calcul des racines de cette équation d'une grossière approximation, et la petitesse des excentricités et des inclinaisons facilitera ce calcul.

» Si l'on regarde les excentricités et les inclinaisons comme des infini-

ment petits, le degré s'abaisse à 12; il est donc encore très élevé; mais il s'abaisse beaucoup si l'inclinaison est nulle, de sorte qu'on peut entrevoir qu'en combinant les résultats obtenus par cette méthode dans le cas d'une inclinaison nulle, avec les considérations développées par M. Tisserand dans le Chapitre XXVIII du Tome Ier de sa *Mécanique céleste,* on pourra arriver à un procédé réellement pratique.

» Supposons donc l'inclinaison nulle; si les excentricités sont finies, l'équation s'abaisse au quatrième degré; si les deux excentricités sont très petites et de même ordre, ou même si l'une d'elles seulement est très petite, elle s'abaisse au troisième degré; si enfin les deux excentricités sont très petites d'une manière absolue et l'une très petite par rapport à l'autre, elle s'abaisse au deuxième degré.

» Une seconde difficulté provient de la nécessité d'une discussion pour reconnaître quel est de ces vingt-huit points singuliers celui qui répond à la question. J'ai fait cette discussion dans quelques cas particuliers s'écartant peu de ceux qui peuvent être réalisés en Astronomie et j'ai trouvé que c'était un des vingt-quatre points définis par les équations (3) qu'il fallait prendre.

» Soit donc z_0 le point singulier qui convient à la question; et soient t_0, x_0, y_0 les valeurs correspondantes de t, de x et de y. Si ce point z_0 est un de ceux qui satisfont aux équations (2) et (3), la valeur approchée de $A_{m_1 m_2}$ sera

$$(4) \qquad -\frac{1}{4ni\pi z_0''} t_0^{ad-bc-1} z_0^{-\frac{d}{c}} \frac{d^2\Delta}{dt^2},$$

à la condition, bien entendu, que dans $\frac{d^2\Delta}{dt^2}$ on remplace z et t par z_0 et t_0; ou bien encore x et y par x_0 et y_0 si l'on préfère exprimer $\frac{d^2\Delta}{dt^2}$ en fonction de ces deux variables $\left(\text{cela est d'ailleurs de beaucoup préférable, car } \frac{d^2\Delta}{dt^2}\right.$ est une fonction rationnelle de x et de y).

» On trouverait une expression analogue dans le cas où le point singulier convenable serait un des quatre points de la première sorte.

» La même méthode fournirait sans peine des expressions plus approprochées que l'expression (4), où l'erreur est de l'ordre de

$$\frac{1}{n^2 z_0''}.$$

» Il y a beaucoup à faire pour faciliter et rendre réellement pratique la résolution de l'équation algébrique à laquelle on est conduit et la discussion qui doit suivre. Je n'ai fait, dans le Mémoire qui sera bientôt publié, que poser les principes sur lesquels cette discussion doit reposer et je ne les ai appliqués que dans quelques cas particuliers; mais il me semble que l'importance du sujet devrait tenter les chercheurs et les engager à compléter les résultats que j'ai obtenus. Et en effet je n'ai abordé ce travail que dans un but très spécial et je me suis arrêté dès qu'il a été atteint.

» Dans le cours de ces recherches j'ai été conduit à la remarque suivante :

» Soient r et r' les deux rayons vecteurs, H l'angle qu'ils font entre eux; la fonction perturbatrice de la première planète sera

$$\frac{1}{\sqrt{\Delta}} + \frac{r \cos H}{r'^2}$$

et celle de la seconde

$$\frac{1}{\sqrt{\Delta}} + \frac{r' \cos H}{r^2}.$$

» La différence sera

$$D = \frac{r \cos H}{r'^2} - \frac{r' \cos H}{r^2}.$$

» On sait que $\frac{r \cos H}{r'^2}$ et $\frac{r' \cos H}{r^2}$ ne contiennent pas de termes séculaires proprement dits et qu'on peut écrire, par exemple,

$$\frac{r \cos H}{r'^2} = \sum A_{m_1 m_2} \frac{\cos}{\sin}(m_1 l + m_2 l'),$$

$$\frac{r' \cos H}{r^2} = \sum B_{m_1 m_2} \frac{\cos}{\sin}(m_1 l + m_2 l').$$

$A_{m_1 m_2}$ et $B_{m_1 m_2}$ sont nuls pour $m_1 = m_2 = 0$; mais si les moyens mouvements sont commensurables, si par exemple

$$(5) \qquad m_1 n + m_2 n' = 0,$$

l'expression $m_1 l + m_2 l'$ devient indépendante du temps et le terme correspondant devient *accidentellement séculaire*.

» J'ai remarqué que si l'on donne aux grands axes des valeurs telles que la relation (5) ait lieu, $A_{m_1 m_2}$ devient égal à $B_{m_1 m_2}$, de sorte que la différence D, qui ne contient déjà pas de termes séculaires proprement dits, ne peut pas contenir non plus de termes accidentellement séculaires.

» La vérification est très facile. »

PHOTOGRAPHIE. — *La photographie des couleurs.* Note de M. G. Lippmann.

« Je me suis proposé d'obtenir sur une plaque photographique l'image du spectre avec ses couleurs, de telle façon que cette image demeurât désormais *fixée* et pût rester exposée indéfiniment au grand jour sans s'altérer.

» J'ai pu résoudre ce problème en opérant avec les substances sensibles, les développateurs et les fixatifs courants en Photographie, et en modifiant simplement les conditions physiques de l'expérience. Les conditions essentielles pour obtenir les couleurs en Photographie sont au nombre de deux : 1° continuité de la couche sensible; 2° présence d'une surface réfléchissante adossée à cette couche.

» J'entends par continuité l'absence de grains : il faut que l'iodure, le bromure d'argent, etc., soient disséminés à l'intérieur d'une lame d'albumine, de gélatine ou d'une autre matière transparente et inerte, d'une manière uniforme et sans former de grains qui soient visibles même au microscope; s'il y a des grains, il faut qu'ils soient de dimensions négligeables par rapport à la longueur d'onde lumineuse.

» L'emploi des grossières émulsions usitées aujourd'hui se trouve par là exclu. Une couche continue est transparente, sauf ordinairement une légère opalescence bleue. J'ai employé comme support l'albumine, le collodion et la gélatine; comme matières sensibles, l'iodure et le bromure d'argent; toutes ces combinaisons donnent de bons résultats.

» La plaque, sèche, est portée par un châssis creux où l'on verse du mercure; ce mercure forme une lame réfléchissante en contact avec la couche sensible. L'exposition, le développement, le fixage se font comme si l'on voulait obtenir un négatif noir du spectre; mais le résultat est différent : lorsque le cliché est terminé et séché, les couleurs apparaissent.

» Le cliché obtenu est négatif par transparence, c'est-à-dire que chaque couleur est représentée par sa complémentaire. Par réflexion, il est positif, et on voit la couleur elle-même, qui peut s'obtenir très brillante. Pour obtenir ainsi un positif, il faut révéler ou parfois renforcer l'image de façon que le dépôt photographique ait une couleur claire, ce qui s'obtient, comme l'on sait, par l'emploi de liqueurs acides.

» On fixe à l'hyposulfite de soude suivi de lavages soignés; j'ai vérifié qu'ensuite les couleurs résistaient à la lumière électrique la plus intense.

» La théorie de l'expérience est très simple. La lumière incidente, qui forme l'image dans la chambre noire, interfère avec la lumière réfléchie par le mercure. Il se forme, par suite, dans l'intérieur de la couche sensible, un système de franges, c'est-à-dire de maxima lumineux et de minima obscurs. Les maxima seuls impressionnent la plaque; à la suite des opérations photographiques, ces maxima demeurent marqués par des dépôts d'argent plus ou moins réfléchissants, qui occupent leur place. La couche sensible se trouve partagée par ces dépôts en une série de lames minces qui ont pour épaisseur l'intervalle qui séparait deux maxima, c'est-à-dire une demi-longueur d'onde de la lumière incidente. Ces lames minces ont donc précisément l'épaisseur nécessaire pour reproduire par réflexion la couleur incidente.

» Les couleurs visibles sur le cliché sont ainsi de même nature que celles des bulles de savon. Elles sont seulement plus pures et plus brillantes, du moins quand les opérations photographiques ont donné un dépôt bien réfléchissant. Cela tient à ce qu'il se forme dans l'épaisseur de la couche sensible un très grand nombre de lames minces superposées : environ 200, si la couche a, par exemple, $\frac{1}{20}$ de millimètre. Pour les mêmes raisons, la couleur réfléchie est d'autant plus pure que le nombre des couches réfléchissantes augmente. Ces couches forment, en effet, une sorte de réseau en profondeur, et, pour la même raison que dans la théorie des réseaux par réflexion, la pureté des couleurs va en croissant avec le nombre des miroirs élémentaires. »

PHOTOGRAPHIE. — *Observations de M.* **Edm. Becquerel** *sur la Communication de M.* Lippmann *au sujet de la reproduction photographique des couleurs.*

« Je désire faire remarquer toute la différence qui existe entre le procédé entièrement physique que vient d'exposer M. Lippmann pour reproduire photographiquement les couleurs de la lumière, et le procédé photochimique que j'ai découvert en 1848 pour obtenir les images colorées du spectre lumineux ainsi que les images des objets avec leurs couleurs propres; c'est à l'aide d'une même substance chimique, le sous-chlorure d'argent, formé à la surface de lames d'argent, et dont j'ai indiqué la préparation et les modifications si curieuses sous diverses influences et notamment sous l'action de la chaleur, que j'ai pu atteindre ce but [1].

---

[1] *Comptes rendus,* t. XXVI, p. 181, et t. XXVII, p. 483; 1848. — *Ibid.*, Rapport

» On peut du reste, lors de la préparation de la substance sensible, déterminer avec exactitude, comme je l'ai fait voir, l'épaisseur de la couche nécessaire à la production de ces effets dans les meilleures conditions possibles; cette épaisseur peut varier entre $\frac{1}{4000}$ et $\frac{1}{600}$ de millimètre.

» Ces images sont absolument inaltérables dans l'obscurité et je possède encore les reproductions du spectre solaire faites il y a plus de quarante ans, ainsi que celles des images colorées par la lumière qui ont servi de bases à Regnault pour la rédaction du Rapport qu'il a présenté à l'Académie en 1849; elles ne s'altèrent que lors de l'action ultérieure de la lumière, parce que la substance sensible sur laquelle elles sont obtenues n'est pas complètement transformée et peut subir encore l'influence des différents rayons colorés. C'est le même composé dont plus tard, en 1865, M. Poitevin a fait usage pour obtenir, sur papier, les images colorées que je proidusais sur plaques métalliques.

» Lorsqu'on soumet les images photographiques ainsi colorées à l'action réductrice d'un des dissolvants du chlorure d'argent, tels que l'ammoniaque ou l'hyposulfite de soude, les nuances colorées disparaissent et, là où les rayons lumineux ont exercé leur action, il reste à la surface des lames d'argent une légère trace formée par une lame mince d'argent métallique, qui, lorsqu'elle est encore humide, manifeste de faibles teintes, complémentaires de celles qui existaient auparavant aux mêmes places. Ces effets, dont il est difficile de se rendre compte *a priori*, montrent que peut-être les épaisseurs des couches déposées jouent un rôle dans la production des phénomènes de coloration ([1]).

» Cette matière jouit de la curieuse propriété, quand elle est préparée convenablement, non seulement d'être sensible à l'action des divers rayons colorés, depuis le rouge jusqu'au violet, en reproduisant leurs teintes propres, mais encore de recevoir une impression qui semble sensiblement proportionnelle à l'intensité des impressions lumineuses correspondantes sur la rétine.

» Je rappellerai encore que cette substance photochromatiquement impressionnable donne lieu, au moment de la réaction chimique qui la transforme, à un courant électrochimique dont l'intensité et la force élec-

---

de Regnault, t. XXVIII, p. 200; 1849. — *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXII, p. 451; 1848. — *Ibid.*, t. XXV, p. 447. — *Ibid.*, t. XLII, p. 81. — Edm. Becquerel, *La lumière, ses causes et ses effets*, t. II, p. 209.

([1]) *La lumière, ses causes et ses effets*, t. II, p. 232.

tromotrice peuvent être mesurées avec l'actinomètre électrochimique que j'ai fait connaître ([1]); ce courant peut être utilisé pour comparer très exactement les intensités des différents rayons colorés actifs, par exemple des rayons rouges et des rayons bleus, alors que les méthodes optiques basées sur les impressions exercées par les mêmes rayons lumineux sur la rétine ne permettent de le faire qu'avec fort peu d'exactitude. »

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Sur une Table de logarithmes centésimaux à 8 décimales.* Note de M. le général **Derrécagaix.**

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, au nom du Ministre de la Guerre, un Recueil de Tables de logarithmes à 8 décimales, que le Service géographique vient d'éditer.

» Ce Recueil, destiné à remplacer les Tables de Borda, aujourd'hui épuisées, contient les logarithmes des fonctions circulaires dans le système de la division centésimale du quadrant, et ceux des nombres entiers de 1 à 120000.

» La publication de cet Ouvrage a pour objet de consacrer le maintien au Service géographique des méthodes d'observation et de calcul basées sur la graduation décimale du cercle. L'échelle décimale, introduite pour la première fois par Borda dans les instruments, employée par Delambre et Méchain dans les opérations de la méridienne de France, hautement recommandée par Laplace, puis par Le Verrier, est appliquée, depuis près d'un siècle, par les géodésiens français. Une aussi longue expérience a établi définitivement sa supériorité sur la division sexagésimale, aussi bien dans les instruments que dans la pratique des calculs.

» Les nouvelles Tables à 8 décimales sont un extrait vérifié des Tables manuscrites du cadastre à 14 décimales, que Prony fit établir à la fin du siècle dernier et dont il devait faire le *monument de calcul le plus vaste et le plus imposant qui eût jamais été exécuté ou même conçu.* Malheureusement, l'impression de ce précieux Recueil, interrompue au moment de la dépréciation du papier-monnaie, n'a jamais été reprise. Il n'en existe aujour-

---

([1]) *La lumière, ses causes et ses effets,* t. II, p. 131.

d'hui que deux exemplaires, l'un à la bibliothèque de l'Institut, l'autre à l'Observatoire de Paris. C'est à ce dernier que l'extrait a été emprunté.

» Pour organiser le volume des nouvelles Tables, il fallait, avant tout, en établir la disposition. Celle qui a été adoptée a paru la plus rationnelle pour faciliter la recherche des logarithmes, malgré la dimension du format.

» Il fallait ensuite éviter les erreurs. Dans ce but et malgré la haute autorité du manuscrit de Prony, on a cru devoir soumettre tous ses nombres à un contrôle rigoureux, qui a été complété lui-même par deux vérifications successives. Ces différents travaux ont permis de relever, dans l'exemplaire de l'Observatoire, un petit nombre de fautes, qui suffisaient à justifier cette revision.

» Enfin, le Service géographique s'est efforcé de ne rien négliger pour assurer à cette œuvre les garanties d'une exactitude absolue. Commencée par le général Perrier, elle a été poursuivie et achevée, sous ma direction, par le lieutenant-colonel Bassot, chef de la Section de Géodésie.

» Cette publication pourra favoriser et développer l'emploi de l'échelle décimale dans les instruments et les calculs de l'Astronomie. Si elle atteint ce but, elle aura encore réalisé pour la Science un nouveau progrès. »

M. le général **Derrécagaix** offre, en outre, à l'Académie, au nom du Ministre de la Guerre, les Cartes suivantes, qui ont été exécutées dans les ateliers du Service géographique, savoir :

1° *France au* $\frac{1}{200000}$. — Feuilles de Lyon, Le Puy, Avignon, Longwy, Nice, Antibes, Tignes, Grand-Saint-Bernard, Gap, Digne, Rouen, Marseille, Boulogne, Bayonne.

2° *Algérie au* $\frac{1}{50000}$. — Feuilles de Saint-Charles-El-Aria, Perregaux, Constantine, Les Andalouses, cap Cigli, El-Esman, cap Magrona, Tizi-Ouzou, Relizane, Bouïra, Dra-el-Mizan, Bosquet, Tazmalt, Beni-Saf, Inkermann, Fort National, Sidi-bel-Acel.

3° *Sud oranais au* $\frac{1}{200000}$. — 15 feuilles.

4° *Afrique au* $\frac{1}{200000}$. — Feuilles de Laghouat-El-Facher, Kouka, El-Obeïd-Aguadez, Tripoli.

5° *Tunisie au* $\frac{1}{800000}$. — 2 feuilles.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. **Ivison O'Neale** adresse une Note relative à un procédé pour déterminer la présence du bisulfate de potasse ou de l'acide sulfurique libre dans les vins.

(Renvoi à la Commission.)

M. H. **Féron** adresse une Note relative à un procédé pour empêcher les explosions de grisou.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Album de Statistique graphique publié par le Ministère des Travaux publics, d'après les soins personnels de M. *Cheysson* (présenté par M. Haton de la Goupillière).

M. **Faye** présente à l'Académie les deux Volumes de la « Connaissance des Temps » que le Bureau des Longitudes vient de publier coup sur coup, afin de prendre une avance jugée utile pour les marins et les voyageurs, et « l'Annuaire pour 1891 » dont des exemplaires avaient été distribués aux Membres de l'Académie dès son apparition, c'est-à-dire vers la fin de décembre. Il fait remarquer la rapidité avec laquelle l'Annuaire s'enrichit d'année en année, cette dernière année surtout, en documents utiles au grand public scientifique.

Il signale particulièrement un Tableau des orbites des étoiles doubles, un autre Tableau de M. Bossert pour les mouvements propres des étoiles, un exposé de M. Cornu sur les spectres des étoiles, une Note de notre Confrère M. Sarrau sur les propriétés des corps au voisinage du point critique, un travail de M. Cornu relatif aux vibrations des sons de l'échelle musicale, les résultats que M. Teisserenc a rapportés de sa récente expédition magnétique en Algérie, et un nouveau travail de M. Moureaux sur l'anomalie curieuse dans les courbes magnétiques du nord de la France.

Notons que le beau travail de MM. Lœwy et Schulhof sur les comètes du XIXe siècle se termine dans ce Volume. Toutes les parties en seront réunies dans un Mémoire d'ensemble destiné aux Annales du Bureau.

Nous espérons enfin que l'attention de l'Académie se dirigera sur les Notices qui, selon l'usage, terminent ce Volume, à savoir l'historique de l'ascension du mont Blanc exécutée, dans des conditions si originales, par notre Confrère M. Janssen qui a voulu poursuivre, jusque sur ces hauteurs, la solution d'un problème délicat de Physique astronomique ; un véritable Mémoire où M. Tisserand nous montre l'intérêt scientifique qui s'attache à la découverte des petites planètes de la région comprise entre Mars et Jupiter, et une Notice sur le récent Congrès géodésique de Fribourg. Dans cette Notice, M. Tisserand a fait ressortir, avec la clarté qui lui est propre, le rôle de plus en plus important que la Science française joue dans les entreprises internationales. Il a rendu pleine justice aux travaux des différents corps qui sont représentés dans ces réunions. Telles sont les Communications de M. Bouquet de la Grye, sur le choix d'un zéro fondamental pour les nivellements ; celles du lieutenant-colonel Bassot, qui a pu annoncer aux savants étrangers l'heureuse terminaison des opérations entreprises par le Service géodésique de l'armée pour la mesure de la nouvelle méridienne de France ; celle de M. le commandant Defforges, sur ses belles études du pendule ; celle de M. Lallemand, au nom de la Commission du nivellement général de la France qui poursuit sans bruit, mais avec une supériorité reconnue partout aujourd'hui, une œuvre qui fait le plus grand honneur à notre pays. Enfin M. Tisserand a eu là une belle occasion de présenter à l'Association géodésique internationale le deuxième Volume de son *Traité de Mécanique céleste*, et de recevoir les éloges et les expressions de gratitude de tous les Membres pour une entreprise dont l'utilité pouvait être si bien appréciée dans cette réunion.

L'Annuaire de cette année se termine par une revendication dont M. Cornu s'est fait l'organe, au sujet d'une méthode d'observation toute nouvelle qui a pour l'Astronomie une portée considérable. Le principe de cette méthode est dû à notre illustre Confrère, M. Fizeau. Les astronomes, quand ils portent leurs efforts sur les grands problèmes de l'univers stellaire, sont arrêtés par une difficulté singulière. Des trois coordonnées suivant lesquelles il faudrait estimer la vitesse d'un quelconque de ces astres, deux seulement leur étaient accessibles ; la troisième, celle qui donnerait la vitesse dans le sens du rayon visuel, leur échappait complètement. M. Fizeau a montré que cette indispensable composante de la vi-

tesse peut s'obtenir avec précision, par la simple mais délicate observation du déplacement des raies du spectre qui résulte de cette vitesse même de l'objet lumineux. Il a ainsi élargi le domaine de la Science et ouvert aux astronomes un champ nouveau d'exploration qui leur semblait à jamais refusé. Chose singulière, à l'étranger, quand on parle de cette grande découverte, déjà si féconde en brillants résultats, on cite le nom d'un physicien, M. Doppler, et non celui de M. Fizeau. M. Cornu explique cette méprise déplorable et rend à notre Confrère l'honneur qui lui est dû d'avoir créé de toutes pièces toute une branche inattendue de la Science moderne.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la distribution en latitude des phénomènes solaires observés à l'Observatoire royal du Collège romain, pendant le second semestre* 1890. Note de M. P. **Tacchini.**

« Voici les résultats qui se rapportent à chaque zone de 10°, dans les deux hémisphères du Soleil :

1890.	Troisième trimestre.		Quatrième trimestre.	
90° + 80°	0,010		»	
80 + 70	0,005		»	
70 + 60	»		»	
60 + 50	0,024		0,047	
50 + 40	0,123	0,339	0,137	0,406
40 + 30	0,106		0,078	
30 + 20	0,042		0,062	
20 + 10	0,010		0,059	
10 . 0	0,019		0,023	
0 — 10	0,024		0,031	
10 — 20	0,033		0,055	
20 — 30	0,057		0,129	
30 — 40	0,113		0,148	
40 — 50	0,344	0,661	0,188	0,594
50 — 60	0,090		0,043	
60 — 70	»		»	
70 — 80	»		»	
80 — 90	»		»	

Facules.

1890.	Troisième trimestre.		Quatrième trimestre.	
$50^{\circ}+40^{\circ}$	»		»	
$40+30$	0,017		0,067	
$30+20$	0,155	0,414	0,267	0,600
$20+10$	0,207		0,244	
$10+0$	0,035		0,022	
$0-10$	0,086		0,044	
$10-20$	0,121		0,020	
$20-30$	0,123	0,586	0,200	0,400
$30-40$	0,086		0,044	
$40-50$	»		0,022	

Taches.

1890.	Troisième trimestre.		Quatrième trimestre.	
$30^{\circ}+20^{\circ}$	0,292		0,250	
$20+10$	0,166	0,458	0,376	0,626
$10+0$	»		»	
$0-10$	0,042		0,062	
$10-20$	0,083	0,542	0,062	0,374
$20-30$	0,375		0,250	
$30-40$	0,042		»	

Eruptions.

1890.	Troisième trimestre.		Quatrième trimestre.	
$30^{\circ}+20^{\circ}$	0,333			
$20+10$	0,333	0,666	»	
$10+0$	»		»	
$0-10$	»		»	
$10-20$	0,333	0,333	»	»
$20-30$	»			

» Ces résultats, avec ceux qui ont été déjà communiqués à l'Académie, démontrent le fait singulier que, pendant l'année 1890 comme pendant l'année 1889, les protubérances ont été toujours plus fréquentes dans l'hémisphère austral du Soleil, avec le maximum de fréquence toujours

dans la zone (— 40° — 50°). Quant aux facules, aux taches et aux éruptions, on en a trouvé un plus grand nombre dans l'hémisphère boréal. Les protubérances se sont présentées presque dans toutes les zones et même près des pôles solaires, tandis que les facules se rencontrent plus près de l'équateur, et les taches et les éruptions à des latitudes plus basses encore. »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Remarques sur le déplacement d'une figure de forme invariable dont tous les plans passent par des points fixes.* Note de M. A. Mannheim.

« La Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie dans la séance du 10 février 1890 se terminait par cet énoncé :

» *Si une figure de forme invariable se déplace de façon que tous ses plans passent par des points fixes, ces plans enveloppent des cônes de révolution dont les axes sont parallèles.*

» J'ai donné la démonstration de cette propriété dans un Mémoire qui vient de paraître ([1]).

» J'ai montré aussi dans le même travail, comme conséquence de cette propriété, diverses manières de déplacer une figure de grandeur invariable pour que tous les plans entraînés avec cette figure passent par des points fixes.

» L'un de ces résultats peut être présenté sous une forme nouvelle que je viens, à cause de son extrême simplicité, faire connaître aujourd'hui :

» *Soient* (A), (A′), (B), (B′), (C) *cinq faces d'un parallélépipède. On prend respectivement sur chacune de ces faces les points* a, a', b, b', c *choisis de façon que les droites* aa', bb' *qui joignent les points situés sur deux faces opposées soient parallèles. Le parallélépipède restant de grandeur invariable, si on le déplace de façon que ses faces passent toujours par les points qu'elles contiennent et qui sont supposés fixes, tout plan entraîné avec le parallélépipède passe aussi par un point fixe.*

» Si, au lieu d'un plan, on entraîne un faisceau de plans, j'ai fait voir que : *Les axes des cônes enveloppes de ces plans sont les génératrices d'un cylindre de révolution* ([2]).

([1]) *Journal de l'École Polytechnique,* LXe Cahier; 1891.

([2]) *Loc. cit.*

» Je viens maintenant donner un complément à cette intéressante propriété en disant que :

» *Les sommets de ces cônes sont sur une cubique gauche.*

» L'étude du déplacement d'une figure, dont tous les plans passent par des points fixes, comporte deux ordres de recherches. Il fallait montrer qu'un tel déplacement, qui au premier abord paraît impossible, peut s'obtenir et comment on l'obtient.

» C'est ce que j'ai fait dans mon Mémoire déjà cité; ensuite il y avait à trouver des propriétés qui se rapportent aux lignes ou surfaces décrites pendant ce déplacement.

» J'ai fait connaître quelques-unes de ces propriétés, mais il en reste beaucoup d'autres à découvrir et j'espère qu'elles donneront lieu à de nouvelles recherches. »

PHYSIQUE. — *Note complémentaire sur l'équation caractéristique des gaz et des vapeurs;* par M. **Ch. Antoine.**

« Dans une Note présentée à l'Académie, le 24 mars 1890, j'ai cherché à établir que l'équation caractéristique des gaz et des vapeurs est donnée par l'ensemble des deux relations

$$pv = D(\beta + t),$$
$$\beta = A - B\sqrt{p}.$$

Le coefficient D reste sensiblement constant lorsque la pression p n'est pas très considérable. Il augmente avec les grandes pressions.

» Les expériences successives de M. Amagat apportent des modifications de détail à la relation qui donne ce coefficient, mais le principe reste le même.

» Pour les expériences qui ont été présentées à l'Académie le 8 décembre 1890, on aurait :

	β.	D.
Hydrogène......	273,0	$41,16 + (0,0280 - 0,00005\,t)p^{1,0}$
Air............	$273,6 - \sqrt{p}$	$2,56 + (0,00182 - 0,000003\,t)p^{1,1}$
Azote..........	$273,6 - \sqrt{p}$	$2,73 + (0,00196 - 0,000003\,t)p^{1,1}$

sous la réserve que les coefficients D ne descendront pas au-dessous des valeurs ci-après :

Hydrogène....	D = 41,19
Air........................	D = 2,837
Azote......................	D = 2,922

» M. Amagat a donné les rapports $\frac{v}{\omega}$ des volumes v à la température t et sous la pression p, aux volumes ω à la température $t = 0$ et sous la pression normale $p = 1$.

» On a

$$\frac{v}{\omega} = \frac{pv}{p\omega} = \frac{D(\beta + t)}{p\omega}.$$

» D'après les densités qui sont admises pour l'hydrogène, l'air et l'azote, les volumes ω sont :

Hydrogène..................	$\omega = 1219,0$ lit
Air........................	$\omega = 773,4$
Azote......................	$\omega = 790,6$

» Avec les valeurs de D, β, ω, on trouve, pour les rapports $\frac{v}{\omega}$, les résultats ci-après :

Hydrogène.

Tensions en atmosphères.	$\frac{v}{\omega}$ d'après M. Amagat.			$\frac{v}{\omega}$ d'après la formule		
P.	$t = 0.$	$t = 99,3.$	$t = 200,5.$	$t = 0.$	$t = 100.$	$t = 200.$
100	0,010690	»	»	0,010680	0,014424	0,018077
200	0,005690	0,007567	0,009420	0,005680	0,007594	0,009417
300	4030	5286	6520	4013	5317	6529
400	3207	4147	5075	3180	4179	5087
500	2713	3462	4210	2680	3496	4211
600	2387	3006	3627	2347	3040	3644
700	2149	2680	3212	2109	2715	3226
800	1972	2444	2900	1930	2444	2922
900	1832	2244	2657	1791	2281	2680
1000	1720	2093	»	1680	2130	2489

» Le calcul peut se simplifier pour l'hydrogène, en remarquant que, pour $p = 1$, on a

$$v' = \omega(1 + 0,00366t);$$

une transformation de la relation $\frac{v}{\omega} = \frac{D(\beta + t)}{p\omega}$ donne facilement (¹) :

$$\text{Pour } t = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{v}{\omega} = \frac{1}{p} + 0,000680$$

$$\text{» } t = 100 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{v}{\omega} = \left(\frac{1}{p} + 0,000559\right) 1,366$$

$$\text{» } t = 200 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{v}{\omega} = \left(\frac{1}{p} + 0,000437\right) 1,732$$

Air.

Tensions en atmosphères.	$\frac{v}{\omega}$ d'après M. Amagat.			$\frac{v}{\omega}$ d'après la formule		
P.	$t = 0$.	$t = 99,4$.	$t = 200,6$.	$t = 0$.	$t = 100$.	$t = 200$.
100	0,009730	0,013850	»	0,009707	0,013338	0,017006
200	5050	0,007360	0,009430	5334	0,007148	0,008835
300	3658	5170	6622	3894	5171	6309
400	3036	4170	5240	3178	4182	5047
500	2680	3565	4422	2763	3610	4313
600	2450	3181	3883	2485	3226	3821
700	2288	2904	3502	2291	2958	3475
800	2168	2699	3219	2141	2753	3214
900	2070	2544	3000	2028	2597	3014
1000	1992	2415	2828	1937	2473	2835

Azote.

P.	$t = 0$.	$t = 99,5$.	$t = 199,6$.	$t = 0$.	$t = 100$.	$t = 200$.
100	0,009910	»	»	0,010060	0,013663	0.017127
200	5195	0,007445	0,009532	0,005532	0,007433	0,009207
300	3786	5301	6715	4044	5384	6591
400	3148	4265	5331	3307	4262	5164
500	2780	3655	4515	2873	3770	4527
600	2543	3258	3973	2584	3373	4019
700	2374	2980	3589	2383	3096	3662
800	2240	2775	3300	2229	2884	3392
900	2149	2616	3085	2110	2122	3185
1000	2068	»	»	2018	2594	3020

(¹) *Comptes rendus*, premier semestre, p. 1253 ; 1890.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la basicité des acides organiques, d'après leur conductibilité. Acides monobasiques et bibasiques.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Lippmann.

« Je me suis proposé de caractériser la basicité des acides organiques au moyen des conductibilités électriques de mélanges faits en diverses proportions de ces acides avec la potasse : c'est l'existence des sels acides dans les dissolutions qui forme le nœud du problème, et c'est la définition par cette voie des caractères propres des acides organiques qui constitue la nouveauté de mes recherches.

» En effet, si à une quantité donnée d'acide on ajoute des quantités croissantes de potasse, la liqueur, d'abord acide, devient, comme on sait, neutre, puis alcaline; et l'on peut considérer *a priori* les liqueurs acides soit comme de simples mélanges de dissolutions d'acide libre et de sel neutre, soit comme des sels acides chimiquement définis, soit comme des mélanges de sel acide avec une certaine dose de sel neutre et d'acide libre résultant de sa dissociation. De même les liqueurs avec excès d'alcali pourraient être de simples mélanges de sel neutre et de potasse, ou bien renfermer une certaine dose de sels basiques définis.

» Si les conductibilités observées coïncident avec les conductibilités calculées dans l'hypothèse de simples mélanges, c'est que ni l'excès d'acide, ni l'excès d'alcali n'ont d'action propre sur le sel neutre dans les dissolutions; si elles leur sont inférieures, c'est l'indice d'une action chimique : les observations de M. Bouty sur le sulfate acide de potasse fournissent un premier exemple de ce genre d'étude.

» J'exposerai successivement les résultats de mes observations, d'abord avec les acides organiques monobasiques à $\frac{1}{100}$ de molécule par litre, pris à 17°, puis avec les acides polybasiques pour des dilutions analogues, les conclusions n'étant pas les mêmes pour ces deux groupes de corps, et l'étude des acides monobasiques donnant, par l'opposition de ses résultats, une certitude propre à ceux que l'on observe sur les acides bibasiques.

	Nombre relatif de molécules		Acides monobasiques							
			formique.		acétique.		benzoïque.		glycolique.	
	d'acide.	de potasse.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.
	1,000	0,000	0,384	»	0,116	»	0,208	»	0,331	»
	0,750	0,250	0,319	0,332	0,206	0,207	0,212	0,210	0,276	0,276
	0,667	0,333	0,347	0,351	0,263	0,265	0,255	0,256	0,304	0,303
Sel neutre :	0,500	0,500	0,438	»	0,386	»	0,356	»	0,385	»
	0,333	0,667	0,839	0,885	0,809	0,850	0,792	0,832	0,803	0,850
	0,250	0,750	1,065	1,074	1,048	1,051	1,036	1,039	1,045	1,047
	0,000	1,000	1,780	»	»	»	»	»	»	»

» D'après ces chiffres, si l'on ajoute au sel neutre d'un acide monobasique un *excès d'acide*, les nombres calculés coïncident à moins de 1 pour 100 près avec les nombres observés. L'excès d'acide n'a donc pas d'action sensible, ce qui est conforme aux résultats des observations thermochimiques. Cependant, dans le cas de l'acide formique, il y a une légère différence, qui paraît impliquer la présence de quelques centièmes de formiate acide, conformément aussi aux mesures thermochimiques. Les *sels acides* des acides monobasiques n'existent donc pas dans les dissolutions étendues, ou du moins il en subsiste à peine quelques traces.

» Si, d'autre part, on ajoute au sel neutre d'un acide gras ou analogue un *excès d'alcali*, la première molécule de potasse produit un abaissement de près de 5 pour 100, attribuable à un commencement de dissociation du sel neutre dissous et analogue au dégagement de chaleur que l'on observe dans les expériences thermochimiques en pareil cas. La deuxième molécule de potasse n'a plus qu'une action à peu près insensible.

» Dans le cas des *acides bibasiques*, au contraire, *l'excès d'acide* a une influence très marquée sur le sel neutre dans les dissolutions. En effet, les conductibilités que j'ai observées sont inférieures parfois de 50 pour 100 aux conductibilités calculées [1] en envisageant les liqueurs comme de simples mélanges d'acide et de sel neutre. Voici, par exemple, des nombres relatifs aux acides oxalique et succinique.

		Acide oxalique.				Acide succinique.			
Acide.	Potasse.	Observ.	Calculé.	Écart.	Différence en centièmes.	Observé.	Calculé.	Écart.	Différence relative.
1,000	0,000	2,390	»	»	»	0,210	»	»	»
0,750	0,250	1,410	1,745	0,335	19	0,224	0,262	0,038	14,5
0,667	0,333	1,075	1,533	0,458	30	0,275	0,318	0,043	13,5
0,500	0,500	0,533	1,085	0,552	51	0,398	0,438	0,040	9
+0,333	0,667	0,633	sel neutre	»	»	0,563	sel neutre	»	»
0,250	0,750	0,894	0,920	0,026	2,8	0,806	0,867	0,061	7
0,200	0,800	1,058	1,071	0,013	1	1,006	1,001	»	»

» L'acide malique a fourni des différences de 20 à 30 centièmes et l'on en trouve également de considérables en calculant les nombres observés

(1) Le calcul est fait en prenant pour l'acide, conformément aux résultats d'Arrhenius (*Wied. Ann.*, 1887), la limite correspondante à la mise en liberté de H pour une molécule.

pour les autres acides bibasiques, tels que les suivants :

Acide.	Potasse.	Malonique.	Pyrotartrique.	Phtalique.	Camphorique.	
1,000	0,000	0,906	0,238	0,809	0,131	
0,750	0,250	0,581	0,228	0,517	0,184	
0,667	0,333	0,497	0,270	0,436	0,235	
0,500	0,500	0,417	0,386	0,387	0,351	
+0,333	0,667	0,586	0,545	0,541	0,502	+ sel neutre
0,250	0,750	0,854	0,802	0,819	0,769	
0,200	0,800	1,036	0,996	1,013	0,968	

» L'abaissement observé répond à l'existence de *sels acides* dans les dissolutions, sels probablement identiques aux sels acides cristallisés qui sont bien connus. Les conductibilités indiquent, en outre, que de tels sels acides ne subsistent pas inaltérés et stables dans leurs dissolutions, mais qu'ils y sont partiellement dissociés en sels neutres et acides libres. Ce point mérite attention; d'après leur poids moléculaire, il semblerait que les sels acides dérivés des acides bibasiques dussent avoir, au même titre que les sels neutres, une existence propre et une stabilité comparable : car la molécule de l'acide libre renferme 2 équivalents d'hydrogène substituables par un métal, c'est-à-dire qu'il doit exister et qu'il existe en effet deux séries distinctes de sels de potassium, de sodium, etc., renfermant les uns 2 équivalents de potassium, les autres 1 équivalent de potassium et 1 équivalent d'hydrogène; les uns et les autres constituant des molécules uniques et définies. Or les conductibilités montrent que les sels de la seconde série dans les dissolutions n'existent qu'à l'état de dissociation partielle en acide libre et sel neutre : résultat que la Thermochimie d'ailleurs avait déjà mis en évidence. Il en résulte que, si on les additionne de quantités d'eau croissantes, leurs conductibilités moléculaires varient incessamment suivant des proportions différentes de celles des simples mélanges ou bien encore de celles des sels neutres à molécule stable, et croissent plus rapidement que ces dernières.

» L'une des conséquences les plus remarquables de l'existence des sels acides dissous se manifeste dans l'étude des conductibilités de tels sels formés par les acides bibasiques isomères. Je rappellerai en effet que j'ai établi précédemment (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 46-48) que, tandis que les conductibilités sont les mêmes pour les sels neutres isomères, elles varient autrement pour les sels acides correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réaction des dérivés oxyalkylés de la diméthylaniline.* Note de M. ÉDOUARD GRIMAUX, présentée par M. Schützenberger.

« On sait que M. Lauth a, le premier, préparé la diméthylaniline et l'a employée dès 1862 pour l'obtention de matières colorantes. Depuis cette époque, la diméthylaniline a été l'objet d'un grand nombre de travaux et a pris une importance scientifique et industrielle considérable. On a en outre étudié les homologues de cette base, les diméthyltoluidines par exemple, et cherché à établir l'influence des radicaux alcooliques CH^3, C^2H^5 sur la production et la nature des matières colorantes formées.

» Dans le présent travail, j'ai essayé d'établir le rôle des groupements oxyalcooliques, comme l'oxyméthyle OCH^3, l'oxyéthyle OC^2H^5, substitués dans le noyau C^6H^5 de la diméthylaniline, et de rechercher en même temps la différence de réaction des bases suivant la place qu'occuperaient ces groupes relativement à $Az(CH^3)^2$. A cet effet, j'ai étudié les bases *méta* et *ortho*, représentées par les formules suivantes, dans lesquelles R est du méthyle ou de l'éthyle :

$Az(CH^3)^2$ ... OR

Base méta.

$Az(CH^3)^2$ ... OR

Base ortho.

» BASE MÉTA. — Comme type de base méta, j'ai pris la diméthylaniline oxyéthylée ou diméthylmétaphénétidine, décrite par M. Ph. Wagner, mais je me suis assuré que la base oxyméthylée se comporte de la même façon.

» *Action de* $COCl^2$. — Quand on fait réagir sur cette base le chlorure de carbonyle en présence de chlorure d'aluminium, il se forme une matière colorante d'un beau bleu, tandis que, dans les mêmes conditions, la diméthylaniline fournit le violet cristallisé. Purifiée par les procédés ordinaires, cette matière possède un grand pouvoir tinctorial ; elle teint en un bleu très pur et très beau la soie, la laine et le coton mordancé au tannin.

» Ce bleu chauffé à 100° avec l'acide sulfurique se détruit et se transforme en une matière rouge, fluorescente, présentant peu d'éclat et ressemblant à la couleur qu'on obtient en chauffant le diméthyle métamidophénol avec des agents déshydratants.

» Quoique ce bleu n'ait pas été analysé, son mode de formation, analogue à celui du violet cristallisé, doit le faire regarder comme un dérivé hexaméthylé et trioxéthylé de la fuchsine, de la formule

$$CCl\left[C^6H^3\begin{array}{l}Az(CH^3)^2\\OC^2H^5\end{array}\right]^3$$

» On voit que l'introduction des groupes OC^2H^5 dans le violet hexaméthylé le fait passer à la couleur bleue. M. Hofmann a déjà signalé l'influence de l'introduction de groupes oxyalcooliques dans les radicaux phénylés de la fuchsine, en décrivant la fuchsine hexaméthoxylée obtenue au moyen de l'acide eupittonique et qui est une belle matière colorante bleue.

» *Dérivé nitrosé.* — La base méta fournit un dérivé nitrosé qui se comporte dans la plupart des réactions comme le nitrosodiméthylaniline. Il donne des oxazines avec l'acide gallique, le tannin, le pyrogallol, l'orcine, la résorcine, etc., des eurhodines avec les méta-diamines, un indophénol avec l'α-naphtol, mais il en diffère en ce qu'il ne donne pas avec le β-naphtol de bleu analogue au bleu de Meldola, et qu'il ne fournit pas de dérivé comparable au bleu de méthylène par les divers procédés qui permettent d'obtenir celui-ci au moyen de la nitroso-diméthylaniline.

» La base méta a encore été soumise à divers réactifs pour la comparer à la base ortho; elle a donné les résultats suivants :

» 1° Avec l'anhydride phtalique seul, aucune réaction; en présence de chlorure de zinc ou d'acide sulfurique, formation d'une couleur rouge fluorescente, qui paraît identique à la rhodamine;

» Dans cette réaction et dans quelques autres le groupe OC^2H^5 de la base méta paraît être transformé en OH et l'on observe alors la réaction du diméthylmétaamidophénol;

» 2° Avec l'acide arsénique à 175°, couleur rose qui ne paraît pas un produit d'oxydation, mais résulte de la formation, puis de la condensation de diméthylamidophénol;

» 3° Avec le chlorure de phtalyle, production d'une matière verte, ressemblant au vert phtalique dérivé de la diméthylaniline;

» 4° Chauffée avec le chlorure de l'acide diméthylmétaamidobenzoïque $C^6H^4\begin{cases} Az(CH^3)^2 \\ COCl \end{cases}$, elle donne une matière colorante d'un beau bleu;

» 5° Elle se colore en rose quand on la chauffe avec du chloroforme et de la soude;

» 6° Chauffée doucement avec le chlorure phénylsulfureux, elle donne lieu à une réaction violente, avec formation passagère d'un corps bleu qui passe rapidement au jaune;

» 7° Avec l'aldéhyde benzoïque et le chlorure de zinc, avec le phénylchloroforme on observe de même la formation de matières colorantes.

» Base ortho. — La base ortho sur laquelle les expériences ont été faites est l'ortho-anisidine diméthyle bouillant à 210°-212°. Elle se comporte tout autrement que la base méta; elle ne donne aucune matière colorante avec l'oxychlorure de carbone, l'anhydride phtalique, le chloroforme et la soude, l'aldéhyde benzoïque, le phénylchloroforme. Avec l'azotite de soude elle ne fournit pas de dérivé nitrosé, comparable à la nitrosodiméthylaniline. Par là elle se rapproche de la diméthylorthotoluidine qui ne donne pas de dérivé nitrosé et ne réagit pas avec l'aldéhyde benzoïque.

» La base ortho, en réagissant sur l'acide arsénique à 175° ou sur le chlorure phénylsulfureux, donne une belle couleur bleue qui se produit également quand on chauffe son chlorhydrate seul à 175°-180°. Par cet ordre de réactions, elle est comparable à la diméthylaniline qui, oxydée, donne le violet de Paris; ici encore on voit l'influence d'un groupe oxyalcoolique sur la nature de la couleur produite.

» Ni la base méta, ni la base ortho ne donnent de couleurs par le chlorure de cuivre, qui transforme si facilement la diméthylaniline en violet de Paris.

» De ces recherches, il ressort non seulement que l'introduction d'un groupe OR dans la diméthylaniline modifie ses aptitudes réactionnelles et influe sur la nature de la couleur formée; mais encore qu'il y a une très grande différence dans la façon de réagir des diméthylanilines oxyalkyles suivant que le groupe OR occupe une position ortho ou une position méta relativement au groupe $Az(CH^3)^2$.

» Nous avons commencé, M. Lefèvre et moi, l'étude des dérivés nitrés des bases ortho et méta; nous avons obtenu plusieurs dérivés nouveaux que nous aurons l'honneur de faire connaître prochainement à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la lévosine, nouveau principe immédiat des céréales.* Note de M. C. Tanret.

« Au cours de recherches entreprises l'été dernier sur la maturation du seigle, j'ai réussi à isoler un des hydrates de carbone que les comptes rendus d'analyses englobent sous le terme générique de dextrines. C'est un principe bien défini, que j'ai retrouvé dans l'orge et le blé. Il tourne à gauche le plan de polarisation, d'où le nom de *lévosine* que je propose de lui donner.

» *Préparation.* — Le seigle moulu est épuisé par de l'alcool à 50° et la colature additionnée ensuite de 2 volumes d'alcool à 94°, qui en précipite une assez grande quantité de gomme. Après décantation, on distille, et dans le résidu de la distillation on verse de l'eau de baryte, jusqu'à ce qu'une nouvelle affusion n'y détermine plus qu'un précipité qui se redissout immédiatement. A ce moment on filtre, et dans la liqueur ainsi déféquée on verse de nouveau un grand excès d'eau de baryte concentrée et chaude, jusqu'à formation d'un précipité stable. Quand la liqueur est refroidie, on recueille ce précipité, on le lave à l'eau de baryte froide, puis on le décompose par l'acide carbonique. On sépare à chaud le carbonate de baryte, et par évaporation on obtient la lévosine, mais contenant de 0,50 à 1 pour 100 de baryte. Pour la purifier, on la redissout dans le moins possible d'alcool à 60°, on y ajoute de l'acide sulfurique étendu en quantité strictement nécessaire, puis on la précipite par un excès d'alcool à 95°. Il n'y a plus qu'à la reprendre par l'eau, filtrer et évaporer.

» *Composition.* — La composition de la lévosine, desséchée à 110°, peut être représentée par les formules $C^{48}H^{40}O^{40}$ ou $(C^{12}H^{10}O^{10})^4$. Elle a donné, en effet, à l'analyse, les mêmes chiffres que l'amidon et la dextrine, et, d'autre part, l'application de la méthode de Raoult à la recherche de son poids moléculaire a conduit, pour ce dernier, au chiffre 652, alors que $(C^{12}H^{10}O^{10})^4$ vaut 648.

» Le produit anhydre exposé à l'air reprend 11 pour 100 de son poids d'eau, ce qui donne pour la lévosine hydratée $(C^{12}H^{10}O^{10}, H^2O^2)^4$.

» *Propriétés physiques.* — La lévosine est un corps blanc, amorphe et à peu près insipide. Elle se dissout dans l'eau en toutes proportions. Très soluble dans l'alcool faible, elle ne l'est plus qu'à peine dans l'alcool à 95°. Elle se ramollit à 145°, mais ne fond nettement que vers 160°. Sa densité est de 1,62. Elle est lévogyre : $[\alpha_D] = -36°$, et son pouvoir rotatoire ne varie pas avec la durée de la dissolution, non plus que sous l'influence de la température.

» *Propriétés chimiques.* — La lévosine ne réduit pas la liqueur de Fehling et ne fermente pas avec la levure de bière. La diastase est aussi sans action sur elle. La lévosine s'hydrate sous l'influence des acides très étendus avec la même rapidité que le sucre de canne. Il a même suffi de la chauffer en tube scellé avec de l'eau distillée à 100°, pendant quatre-vingts heures, pour obtenir le même résultat. Son pouvoir rotatoire a alors augmenté d'un peu plus du double et il s'est formé une matière sucrée ($[\alpha_D] = -76°$), d'où, en passant par le lévuloside de chaux, on a pu retirer du lévulose dans une proportion voisine des trois quarts, le reste du mélange sucré étant constitué par un glucose très faiblement dextrogyre.

» La lévosine n'est pas attaquée par les solutions alcalines, même bouillantes. Elle forme avec les bases des combinaisons dont quelques-unes ont été analysées.

» Le composé $C^{48}H^{36}Ba^4O^{40}$ se produit quand on verse dans de l'eau de baryte une solution de lévosine. Il est insoluble dans un excès d'eau de baryte, et l'eau pure le dissocie en un autre composé peu soluble à froid $C^{48}H^{38}Ba^2O^{40}$. Mais si dans une solution de lévosine contenant des sucres on verse de l'eau de baryte, le précipité se redissout tant que ceux-ci n'ont pas fixé une quantité déterminée de base, le glucose, par exemple, équivalent pour équivalent. C'est sur cette formation du composé insoluble de lévosine et de baryte que repose, on l'a vu, le mode de préparation de la lévosine qui, dans les céréales, se trouve toujours accompagnée d'assez grandes quantités de sucres.

» La chaux précipite aussi la lévosine, mais le composé $C^{48}H^{38}Ca^2O^{40}$ a été seul analysé. On l'obtient en dissolvant de la chaux dans une solution étendue de lévosine, jusqu'à commencement de trouble stable, puis en précipitant par l'alcool faible.

» La lévosine ne précipite ni l'acétate neutre ni l'acétate basique de plomb; mais en présence d'alcool elle donne avec ce dernier un précipité qui a pour formule $C^{48}H^{36}Pb^4O^{40}$. Avec l'acétate de plomb ammoniacal, on obtient le composé insoluble $C^{48}H^{34}Pb^6O^{40}$.

» En même temps que polyglucoside, la lévosine est alcool polyatomique. En effet, chauffée avec de l'acide acétique anhydre et de l'acétate de soude bien sec, elle a donné un éther triacétique $[C^{12}H^4O^4(C^4H^4O^4)^3]^4$, très difficilement saponifiable, mais d'où cependant la lévosine a pu être retirée inaltérée. Si l'on remplace l'acétate de soude par le chlorure de zinc, on obtient un éther tétracétique $[C^{12}H^2O^2(C^4H^4O^4)^4]^4$.

» Dissoute à froid dans l'acide nitrique fumant, la lévosine a donné par

précipitation par l'acide sulfurique un produit légèrement explosif, dont la composition répond à un mélange d'éthers di et trinitriques.

» La lévosine ne se colore pas par l'iode. Autre caractère négatif à noter, l'acide nitrique la change en acide oxalique sans formation intermédiaire d'acide mucique.

» La lévosine a été trouvée dans les grains du seigle, de l'orge et du blé. Les premiers en ont donné environ 3 pour 1000 le 25 juin, 4 le 15 juillet et 7 à la maturité complète, soit un rendement constant d'un peu plus de 8^{gr} rapporté à 1000 de matière sèche.

» Du blé vert examiné le 9 juillet, à peu près dans le même état de développement que le seigle du 25 juin, a donné la même quantité de lévosine que ce dernier. Mûr il n'en contient plus guère que 2^{gr}.

» Dans l'orge, la variation de la lévosine est encore plus grande. Ainsi, les grains verts en ont donné le 18 juillet 7 pour 1000 (équivalant à 20 pour 1000 de matière sèche). Or, on n'en retire même plus 1 pour 1000 des grains mûrs.

» Dans l'avoine, verte ou mûre, on n'a pas rencontré de lévosine. Sa présence n'a pu également être constatée dans le maïs mûr. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la quantité d'oxygène contenue dans le sang des animaux des hauts plateaux de l'Amérique du Sud.* Note de M. **Viault**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai montré, dans une précédente Communication, l'influence que le séjour dans l'atmosphère raréfiée des hautes montagnes exerce sur la richesse globulaire du sang de l'homme et des animaux vivant sur les hauts plateaux du Pérou, et j'ai fait voir qu'un des premiers phénomènes produits, sur l'organisme de l'homme des bas niveaux qui va vivre aux grandes altitudes, est une augmentation considérable du nombre des globules rouges du sang.

» Je présente, aujourd'hui, à l'Académie le résultat des analyses des gaz du sang que j'ai pratiquées sur les sommets des Andes, au moyen de la pompe à mercure (1).

---

(1) Il n'était pas facile, on le comprendra, de transporter, à des milliers de lieues de France, à l'altitude de 4500^{m}, dans un pays sans routes et à travers d'innombrables précipices, un appareil aussi encombrant et aussi fragile que la pompe à mercure des physiologistes. J'y suis cependant parvenu, grâce à l'ingénieuse disposition donnée à l'appareil par mon savant collègue le professeur Jolyet.

» Ces analyses ont été effectuées sur place, à la mine de Morococha (4392^{m}) et à Chicla, localité située à l'altitude de La Paz (3724^{m}), elles n'avaient jamais, jusqu'alors, été pratiquées dans ces conditions.

» Avant d'exposer le résultat de mes expériences, je dois rappeler l'état de la question sur ce point de Physiologie. Dans une Note lue à l'Institut et à la Société de Biologie en 1882, P. Bert a fait connaître le résultat d'analyses pratiquées à Paris sur la capacité respiratoire de divers échantillons de sang qui lui furent envoyés de La Paz. Comparant les chiffres obtenus à ceux que fournit l'étude de la capacité respiratoire du sang des herbivores de nos pays, il conclut que le sang des animaux vivant sur les hauteurs possède une capacité respiratoire considérable, pouvant s'élever à 21 volumes d'oxygène pour 100 volumes de sang, tandis que celle de nos herbivores ne serait que de 10 à 12 pour 100. Il y a eu évidemment une cause de variation inexpliquée, dans les expériences qui ont amené P. Bert à ce dernier chiffre, car la capacité respiratoire du sang de nos herbivores n'est pas de 10 à 12, mais de 16 pour le cochon d'Inde, de 16 à 18 pour le mouton (Jolyet, Quinquaud), de 23 pour le bœuf et le cheval (Quinquaud), de 29 même pour l'âne (Quinquaud), etc. En un mot, contrairement à ce qui avait été avancé, le sang des animaux des hauts plateaux, examiné au point de vue de sa capacité maxima d'absorption pour l'oxygène, ne paraît pas différer notablement du sang de nos animaux des bas niveaux.

» Mais cette notion de la quantité maxima d'oxygène que peut absorber le sang, par une agitation énergique avec de l'air, ne préjuge rien pour la question des gaz existants dans le sang chez l'animal vivant, aux diverses pressions auxquelles cet animal peut être soumis, puisque, lorsqu'on place l'animal dans les cloches à décompression, la proportion d'oxygène qui est de 18 pour 100 à 21 pour 100 chez le chien, à la pression de 760^{mm}, tombe à 12 pour 100 ou 13 pour 100 à la pression de 450^{mm}. Le chien est donc ainsi rendu brusquement *anoxyhémique*. Si on le ramène à la pression normale, l'oxygène revient à son chiffre primitif.

» Voilà ce qu'enseignent les expériences maintes fois répétées dans les cloches de la Sorbonne. Mais l'animal des hauteurs, vivant dans une atmosphère à la pression de 450^{mm} et acclimaté à ce séjour, se comporte-t-il comme l'animal des bas niveaux brusquement et momentanément décomprimé, ainsi que le voudraient à la fois la théorie et les expériences en cloche? Personne n'a encore répondu à cette question par des preuves expérimentales, et la théorie si ingénieuse et si séduisante du vénérable et éminent observateur le Dr Jourdanet, malgré l'appui que paraissaient lui

avoir apporté les recherches de P. Bert, manquait cependant de certitude aux yeux de beaucoup de pathologistes. Il n'y avait qu'un moyen de résoudre le problème, c'est de pratiquer, comme je l'ai fait, des analyses des gaz avec le sang pris sur l'animal vivant, aux altitudes mêmes où vit l'animal. Voici les chiffres fournis par les expériences, malheureusement peu nombreuses, que j'ai pu faire durant mon séjour dans la Cordillère :

» I. Le 18 octobre, à la mine de Morococha (4392^m; hauteur barométrique = 450^{mm}), l'extraction par la pompe des gaz contenus dans 15^{gr} de sang artériel de mouton me donne après réduction des chiffres à 0° et 760^{mm} :

A. Oxygène .... 13^{cc},16 pour 100.

» II. Même date. Le sang d'un second mouton me donne :

B. Oxygène .... 13^{cc},30 pour 100.

» La capacité respiratoire maxima de ce second sang déterminée sur place, à la pompe, était de 17^{cc},05 pour 100.

» III. Le 10 novembre à Chicla (3724^m; pression = 485^{mm}), l'extraction par la pompe des gaz contenus dans 15^{gr} de sang pris dans l'artère crurale d'un chien me fournit, après réduction à 0° et 760^{mm} :

C. Oxygène .... 18^{cc},26 pour 100.

» Les sangs A et C recueillis dans des flacons et analysés à Bordeaux, dans le laboratoire du professeur Jolyet, possédaient la capacité respiratoire maxima suivante déterminée par le dosage du fer de l'hémoglobine :

Le sang A. Mouton	16 pour 100
Le sang B. Mouton	17 pour 100 (par la pompe)
Le sang C. Chien	25 pour 100.

» Les résultats de ces premières expériences se trouvent confirmés par des expériences pratiquées, les vacances dernières, à l'Observatoire du Pic du Midi (2877^m, environ l'altitude de Quito), et que je ferai connaître ultérieurement. Or, tous ces résultats, aussi bien que ceux de ma précédente Communication sur les globules du sang, concourent à démontrer ce fait, que la proportion d'oxygène contenue dans le sang des animaux et de l'homme vivant dans l'air raréfié des hautes montagnes (qu'ils y soient indigènes ou simplement acclimatés), est sensiblement la même que celle qui est contenue dans le sang de l'homme et des animaux vivant aux bas niveaux et que l'anoxyhémie, au moins comme état physiologique chronique, n'existe pas (1).

(1) Il va sans dire que je ne nie pas la possibilité de l'anémie pathologique chez les

» Ce résultat s'explique sans qu'il soit besoin d'admettre exclusivement, comme on l'avait fait, une augmentation considérable de la capacité respiratoire du sang pour les animaux des altitudes et, par suite, l'existence d'une plus forte proportion d'hémoglobine dans leur sang (augmentation qui existe, d'ailleurs, mais dans des limites modérées, comme me l'ont montré les examens colorimétriques du sang que j'ai pratiqués). Ce résultat s'explique, dis-je, par le fait de la *division* plus grande de l'hémoglobine, répartie, comme je l'ai montré, en un nombre beaucoup plus considérable de globules, offrant par conséquent une surface plus grande d'oxygénation. On comprend ainsi que le Lama, avec une capacité respiratoire maxima équivalente à peine à celle du bœuf ou du cheval, mais avec une richesse globulaire de 16 millions de globules par millimètre cube, soit l'animal par excellence des grandes altitudes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'enrichissement du sang en hémoglobine, suivant les conditions d'existence.* Note de M. **A. Müntz**, présentée par M. Duclaux.

« P. Bert [1] a montré que le pouvoir absorbant du sang pour l'oxygène diminue sous l'influence de la dépression. Lorsqu'on se transporte sur les hautes montagnes, où la pression atmosphérique est plus faible, la combinaison oxyhémoglobique tend donc à subir une dissociation progressive, et les fonctions respiratoires ne s'exercent plus avec la même activité. D'accord avec M. Jourdanet, il a admis que le mal de montagnes est dû à cet état du sang insuffisamment oxygéné.

» Cependant, le séjour prolongé sur les hauts lieux, surtout lorsque plusieurs générations successives se sont écoulées, semble produire une acclimatation qui fait disparaître les effets de la dépression sur l'organisme animal. P. Bert a attribué cette acclimatation à l'augmentation du pouvoir absorbant du sang pour l'oxygène. Il a, en effet, constaté que le sang des herbivores vivant en permanence sur les hautes montagnes est plus riche en hémoglobine que celui des espèces similaires habitant les plaines, et a

---

habitants des montagnes, ni même l'existence d'un état passager d'anoxyhémie (jusqu'à l'acquisition de l'acclimatement par l'hyperglobulie) chez les individus, même bien portants, brusquement transportés à de grandes altitudes.

[1] *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 805.

été amené à conclure à une modification, que le sang finit par éprouver dans sa constitution, sous l'influence des différences de la tension de l'oxygène, l'enrichissement en hémoglobine pouvant ainsi compenser la raréfaction de l'air et maintenir l'équilibre dans les fonctions respiratoires.

» Dans le but de contrôler les résultats des expériences de P. Bert, et d'examiner si une longue suite de générations est nécessaire pour produire cette modification, j'ai transporté, au mois d'août 1883, sur le sommet du Pic du Midi, à 2877^{m} d'altitude, où la pression barométrique est voisine de 540^{mm}, des lapins pris dans la plaine et qui appartenaient au type vulgaire du lapin de garenne. Ils ont paru acclimatés dès le premier jour, cherchant leur nourriture sur les maigres gazons de ce haut sommet, sans s'éloigner de plus de 200^{m} à 300^{m} de l'Observatoire, où ils revenaient généralement le soir, et où on leur distribuait un peu d'avoine et des épluchures de légumes. Ils se sont reproduits normalement. Au mois d'août 1890 j'ai sacrifié les lapins nés au Pic, après plusieurs générations, des parents qui y avaient été installés sept années auparavant, et j'ai examiné leur sang comparativement avec celui des lapins vivant dans les plaines.

» Quelques modifications s'étaient produites dans les caractères extérieurs des lapins du Pic du Midi. La taille s'était légèrement rapetissée, les oreilles étaient moins développées, et la fourrure, de nuance plus claire, était extraordinairement épaisse. Y a-t-il là des indices d'une modification due à l'influence d'un milieu semblable à celui des régions polaires? C'est une question que je ne cherche pas à résoudre ici.

» L'examen du sang, effectué à Paris, dans les mêmes conditions de pression et de température, a donné les résultats suivants :

	Densité.	Matières fixes pour 100.	Fer métallique pour 100^{gr} de sang.	Oxygène absorbé par 100^{gr} de sang.
			mgr	cc
Lapins du Pic (moy.).........	1060,1	21,88	70,2	17,28
Lapins de la plaine (moy.)....	1046,2	15,75	40,3	9,56

» On peut conclure de ces résultats que, lorsque les animaux vivent à une grande altitude, c'est-à-dire dans un milieu où la tension de l'oxygène est notablement amoindrie, leur sang s'enrichit en hémoglobine, comme le montrent l'augmentation des matières fixes et surtout celle du fer; il acquiert par suite, pour l'oxygène, un plus grand pouvoir absorbant, pouvant compenser l'effet de la raréfaction de l'air.

» Un séjour de sept ans, comprenant plusieurs générations de lapins, a donc suffi pour effectuer cet enrichissement du sang.

» Mais une aussi longue durée ne paraît pas nécessaire : ce qui me le fait penser, c'est l'examen du sang de moutons pâturant sur les flancs du Pic du Midi, entre 2300^m et 2700^m d'altitude, mais nés dans la vallée et transportés sur la montagne seulement depuis six semaines. Leur sang a été comparé à celui de moutons élevés et nourris dans la plaine :

	Densité.	Matières fixes pour 100.	Fer métallique pour 100^{gr} de sang.	Oxygène absorbé par 100^{gr} de sang.
			mgr	cc
Moutons de la montagne (moy.).	1053,2	18,19	60,4	17,47
Moutons de la plaine (moy.) ..	1038,0	13,58	32,5	7,32

» L'enrichissement du sang, qui permet aux fonctions respiratoires de s'effectuer avec la même intensité aux grandes altitudes, où la tension de l'oxygène est faible, paraît donc s'accomplir en un temps très court et n'est pas un phénomène comparable aux modifications lentes que le séjour continu dans un milieu anormal peut déterminer, après des générations successives, dans les espèces animales. Des recherches récentes de M. Viault [1] ont montré l'augmentation du nombre des globules du sang lorsqu'on se transporte sur les hautes montagnes ; elles conduisent aux mêmes conclusions.

» L'aptitude du sang à se modifier, suivant les besoins de l'organisme animal, ne se manifeste pas seulement dans les conditions où la tension de l'oxygène diminue, mais aussi dans celles où les matériaux alimentaires sont introduits en excès dans la circulation, et où, par suite, une plus grande activité respiratoire est nécessaire. Tel est le cas des animaux soumis à l'engraissement intensif. Les nombreuses observations que j'ai faites sur les sujets primés au Concours général agricole du Palais de l'Industrie montrent que leur sang est beaucoup plus riche en hémoglobine, en substances fixes, en fer, que celui des animaux ordinaires. M. P. Regnard a, de son côté, constaté l'augmentation de la capacité respiratoire du sang des animaux gras :

	Densité.	Matières fixes pour 100.	Fer métallique pour 100^{gr} de sang.	Oxygène absorbé par 100^{gr} de sang.
			mgr	cc
Moutons primés (moyenne)....	1058,0	20,33	57,0	16,4
Moutons ordinaires (moyenne)..	1038,0	13,60	33,0	7,7

(1) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 917.

» Le sang acquiert une capacité respiratoire plus grande lorsque l'afflux alimentaire est plus abondant, aussi bien que lorsque l'oxygène est plus rare; dans les deux cas, il se modifie de manière à pouvoir fournir en suffisance l'oxygène nécessaire à l'accomplissement des fonctions vitales. »

ZOOLOGIE. — *Sur le bourgeonnement des larves d'* Astellium spongiforme *Gd. et sur la* Pœcilogonie *chez les Ascidies composées.* Note de M. **A. Giard.**

« Le Diplosomien récemment étudié par A. Pizon (1), à Saint-Vaast-la-Hougue, est sans doute celui que S. Jourdain a observé antérieurement dans la même localité (2). Or il peut rester quelque doute sur l'identité de cette forme avec l'espèce que j'ai rencontrée à Roscoff et à Wimereux et que j'ai décrite sous le nom d'*Astellium spongiforme*. D'après S. Jourdain les orifices oraux ne seraient pas entiers, mais pourvus de six dents très courtes. Sans discuter ici la valeur du genre *Astellium*, je puis affirmer que l'*A. spongiforme*, bien étalé, a l'orifice buccal parfaitement arrondi et entier comme je l'ai dit, et comme l'a depuis confirmé Lahille. A l'état de demi-contraction ou sur les individus arrachés du cormus, les bandes musculaires longitudinales du siphon buccal peuvent donner l'illusion de six dents qui, en réalité, n'existent pas.

» La ressemblance des larves étudiées par A. Pizon avec celle que j'ai figurée, ne prouve pas grand'chose; les têtards des *Diplosomidæ* sont pour la plupart très semblables entre eux et présentent même une grande analogie avec les embryons de Pyrosomes, comme je l'ai établi dans ma Note sur la parenté des *Luciæ* et des *Diplosomidæ* (3). D'ailleurs, comme je l'ai rappelé dans cette Note, l'*A. spongiforme* type existe aussi à Saint-Vaast et de plus, cette question de l'identité du *Brevistellium* de S. Jourdain avec l'*Astellium*, n'a qu'une importance secondaire dans le débat soulevé par A. Pizon.

---

(1) Pizon, *Sur la blastogénèse chez les larves d'* Astellium spongiforme (*Comptes rendus*, 19 janvier 1891).

(2) Jourdain, *Sur les Ascidies composées de la tribu des* Diplosomidæ (*Comptes rendus*, 15 juin 1885).

(3) Giard, *Sur l'embryogénie des Tuniciers du groupe des* Luciæ (*Comptes rendus*, 13 décembre 1875).

» J'ai représenté sur le têtard d'*Astellium*, récemment éclos, un oozoïte et un blastozoïte complets, plus un deuxième blastozoïte dont je n'ai pas figuré la branchie parce qu'elle n'existe qu'à l'état de bourgeon indifférencié, caché par le futur intestin, la masse brunâtre désignée par la lettre I^3 dans la figure citée par Pizon. Cette masse brunâtre, reste de l'endoderme primitif, a représenté successivement l'intestin primordial de l'oozoïte, puis du premier blastozoïte. Au stade figuré, elle représente l'intestin du deuxième blastozoïte, et elle représentera plus tard, jusqu'à épuisement, l'intestin des blastozoïtes successifs; de même que, dans tous les œufs à embryogénie condensée, les réserves deutoplasmiques représentent l'archentéron de l'embryon.

» Je n'ai dit nulle part, comme l'avance Pizon, que les cinq ou six blastozoïtes presque complètement développés que j'ai observés chez les larves fixées depuis sept ou huit heures dérivaient des tubes exodermiques. Je considérais autrefois ces prolongements comme devant servir ultérieurement à l'extension à distance de la colonie, et je leur donnais, pour ce motif, le nom de *tubes stoloniaux*. Mais la colonie étant, dans le début, composée d'une chaîne, l'animalcule le moins développé au moment de l'éclosion était, disais-je, « celui qui se trouve à droite et à la partie infé-
» rieure du têtard » dans la figure discutée.

» Il y a longtemps que Krohn et Metschnikoff pour les Botrylliens, Della Valle pour les Botrylliens et les *Reticulatæ*, ont relevé l'erreur que nous avions commise, H. Milne-Edwards et moi, en attribuant aux tubes exodermiques un rôle immédiat dans la cormogénèse. Toutefois, il ne me paraît pas encore suffisamment établi que ces organes ne contribuent en aucun moment à la production de nouveaux individus. En ce qui concerne les Diplosomiens, j'ai signalé, en 1872, le bourgeonnement direct, que j'ai appelé improprement *pylorique*, et qu'il vaut mieux désigner sous le nom de *bourgeon œsophagien*. Ce bourgeon correspond, comme je l'ai indiqué depuis pour *Distaplia*, à la cloison ovarienne (*tube épicardique* E. van Beneden) des Polycliniens ([1]). Pizon est d'accord avec moi sur ce point, puisqu'il fait naître le bourgeon œsophagien de la *membrane péribranchiale, près de la naissance de l'œsophage*.

» Mais il est un fait d'une importance capitale qui semble avoir complètement échappé à Pizon, c'est que chez les Synascidies la rapidité du dé-

([1]) A. Giard, *Sur deux Synascidies nouvelles pour les côtes de France* (*Comptes rendus*, 26 octobre 1886).

veloppement et le nombre des blastozoïtes produits par un même œuf dépend très souvent, dans une large mesure, des conditions éthologiques. J'ai insisté autrefois sur l'indépendance relative des divers rudiments de l'oozoïte et des blastozoïtes, et sur les variations que présente l'embryogénie des Ascidies composées suivant les conditions de milieu et les réserves nutritives mises à la disposition de l'embryon. Dans ses très intéressantes *Recherches sur les Tuniciers*, Lahille nous donne un nouvel exemple fort démonstratif de ces variations. Le *Leptoclinum Lacazii*, Giard (*Diplosomoides*, Lahille) présente des œufs de deux sortes qui peuvent se rencontrer dans un même cormus. Les uns, pauvres en vitellus nutritif, donnent de petites larves dont la queue se résorbe de très bonne heure et qui n'ont pas encore bourgeonné le troisième jour; les autres, riches en deutoplasme, produisent des larves qui nagent encore le quatrième jour et contiennent déjà, à ce moment, une colonie de trois individus, dont deux blastozoïtes pourvus de branchies; *au bout d'une douzaine d'heures, on a une colonie d'une dizaine de blastozoïtes.*

» Cette observation de Lahille confirme d'une façon éclatante mes indications d'il y a vingt ans. D'ailleurs le cas des Synascidies n'est pas isolé dans le règne animal.

» Schneider et Haeckel ont vu que, suivant les quantités de réserves nutritives contenues dans l'œuf, le scyphopolype d'*Aurelia aurita* L. donne naissance par bourgeonnement à une série d'*Ephyra* ou se transforme par hypogénèse en une seule *Ephyra* qui, d'abord fixée, devient nageuse en se métamorphosant en Méduse (*Ephyra pedunculata* Haeckel).

» L'*Ophiothrix fragilis* Müller, ainsi que je l'ai constaté, pond, suivant les conditions éthologiques, tantôt des œufs qui se transforment en un *pluteus* parfait, tantôt des *pluteus* imparfaits, tels que ceux étudiés par Apostolides, tantôt même des embryons incapables de nager, qui donnent une Ophiure par développement direct.

» Nous avons montré presque simultanément, Boas et moi, que chez *Palæmonetes varians* Leach la dimension et le nombre des œufs ainsi que la rapidité des métamorphoses varient suivant que l'animal vit dans les eaux saumâtres du Nord ou dans les lacs d'eau douce du Midi.

» Enfin, Portschinski a découvert que *Musca corvina* présente des œufs et des larves complètement différents aux environs de Saint-Pétersbourg et dans le sud de la Russie.

» Je propose de donner le nom de *pœcilogonie* à cette particularité que possèdent certains animaux d'offrir des processus embryogéniques plus ou

moins condensés, suivant les conditions éthologiques où vivent les parents et les réserves nutritives accumulées dans l'œuf. L'étude des espèces *pœcilogones* est des plus importantes pour l'Embryogénie comparée, puisqu'elle nous permet de comprendre de quelle façon des types voisins ont pu passer d'une évolution dilatée à un développement plus ou moins condensé. Certains exemples, faussement rattachés aux générations alternantes ou à l'hétérogonie (développement des Trématodes, de *Leptodora hyalina*, etc.), reçoivent aussi une vive lumière si on les rapproche des formes pœcilogones dont ils constituent un cas limite compliqué de progénèse. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'anatomie du* Corambe testudinaria. Note de M. H. **Fischer**, présentée par M. Ranvier.

« Le Nudibranche que j'ai décrit sous le nom de *Corambe testudinaria* ([1]) est un mollusque de petite taille (3mm de long) que l'on trouve en abondance dans le bassin d'Arcachon, sur les Zostères incrustés de Membranipores; il paraît très voisin du *Corambe sargassicola* R. Bergh, de la mer des Sargasses, et du *Corambe batava* Kerbert, du Zuyderzée. Les recherches anatomiques que j'ai entreprises sur cet animal dans le but de déterminer ses affinités avec les autres Nudibranches m'ont conduit aux résultats suivants :

» Le notæum déborde le pied de toutes parts; il est percé de deux ouvertures laissant passer les rhinophores rétractiles, et présente en arrière une échancrure médiane. Les branchies sont situées dans la région postérieure, à droite et à gauche, et attachées sous le notæum.

» Le tube digestif comprend les parties suivantes : 1° le bulbe buccal qui reçoit les canaux d'une paire de glandes salivaires et contient une radule dépourvue de dent centrale, portant de chaque côté une grande dent latérale et quatre petites dents marginales; 2° l'œsophage; 3° l'estomac, où s'ouvre largement le canal excréteur d'un foie à lobes non disjoints, ne se prolongeant pas dans les branchies ni dans le notæum; 4° l'intestin qui s'étend en ligne droite jusqu'à l'anus situé sur la ligne médiane, au-dessous du notæum et entre les branchies.

» Le système nerveux n'est pas très condensé : les ganglions cérébroïdes

([1]) *Bulletin de la Société zoologique de France*, t. XIV; 1889.

et palléaux, assez intimement soudés, sont distincts des ganglions pédieux. Il existe un ganglion optique uni à l'œil par un nerf optique assez long. Chaque ganglion olfactif est porté sur un pédoncule relativement court. Les otocystes sessiles sont attachés au-dessous des ganglions cérébroïdes. J'ai constaté la présence de cinq commissures sous-œsophagiennes : la commissure buccale, portant les ganglions buccaux rattachés à des ganglions supra-buccaux, et la commissure cérébroïde inférieure unissent les ganglions cérébroïdes; la commissure viscérale, présentant du côté droit un renflement qui est le ganglion viscéral, unit les ganglions palléaux; la commissure pédieuse et la commissure pédieuse postérieure unissent les ganglions pédieux.

» La glande génitale est constituée par des acini mâles et des acini femelles; son conduit excréteur, renflé vers le milieu en forme d'ampoule, donne en se divisant l'oviducte et le canal déférent. Celui-ci traverse dans toute sa longueur le pénis, qui est rétractile dans une gaine. L'oviducte se réunit à un petit canal provenant de la poche copulatrice, puis se rend dans la glande albuminipare qui communique par deux canaux avec la glande de la glaire, laquelle s'ouvre à l'extérieur par l'orifice femelle.

» La poche copulatrice unique, arrondie, communique avec le dehors par l'intermédiaire du canal copulateur; celui-ci se réunit à la gaine du pénis pour former le vestibule génital qui s'ouvre au-dessus de l'orifice femelle.

» Le rein est un sac allongé dont l'orifice extérieur se trouve au-dessus de l'anus; de sa région antérieure part le canal réno-péricardique, qui s'ouvre par un entonnoir cilié dans la cavité du péricarde.

» La circulation se fait de la manière suivante : le sang, lancé par l'aorte dans les lacunes du corps, se rassemble entre les lobes du foie, passe au-dessous du rein en subissant la dépuration urinaire, puis s'engage dans une veine médiane qui se divise en deux canaux se rendant aux branchies; le sang hématosé revient à l'oreillette par les vaisseaux efférents branchiaux. Une autre partie du sang passe des lacunes dans le notæum, s'y hématose comme dans les branchies et revient à l'oreillette par deux vaisseaux latéraux. Une glande hématique existe en arrière du système nerveux.

» Parmi les faits histologiques qui m'ont semblé intéressants, je citerai les suivants : le canal déférent, la glande albuminipare et la glande de la glaire présentent des exemples d'épithélium glandulaire formé par une seule couche de cellules dont les unes sont simplement ciliées, les autres

caliciformes et sécrétrices. J'ai rencontré dans l'oreillette et dans les muscles de la radule des fibres striées transversalement. Le notæum renferme des cellules conjonctives dont les prolongements ondulés courent parallèlement et réunissent les deux faces de cet organe; les cellules épithéliales sécrètent une cuticule épaisse qui peut se détacher en partie, suivant un processus analogue à celui de la mue. Les terminaisons nerveuses connues sous le nom de *cellules de Flemming* se rencontrent fréquemment dans le notæum.

» L'embryon présente au moment de l'éclosion le corps pigmenté décrit chez la Philine par de Lacaze-Duthiers et Pruvot sous le nom d'*œil anal*. J'ignore si cet organe larvaire a quelque rapport avec une glande postérieure médiane en cul-de-sac que l'on trouve chez l'adulte au-dessus du pore urinaire, c'est-à-dire non loin de l'anus : dans ce cas, ces deux formations seraient comparables à l'organe de de Lacaze-Duthiers des Pulmonés, car cet auteur admet que l'œil anal des Philines en est l'équivalent morphologique.

» Les caractères anatomiques (notæum, radule sans dent médiane, absence de mâchoires, foie compact, anus médian, ganglions olfactifs courtement pédonculés, ganglion viscéral, glande hématique) éloignent pour la plupart le *Corambe* des Polybranches (*Æolis*) et le rapprochent, au contraire, des Anthobranches (*Doris, Goniodoris*); toutefois un certain nombre de ces caractères appartiennent également aux *Phyllidiidæ*, dont les branchies ont une disposition qui rappelle celle qu'on observe chez le *Corambe*. Les autres Inférobranches (*Pleurophyllidiidæ*) s'éloignent beaucoup du *Corambe*. Un certain nombre de caractères anatomiques (échancrure du notæum, forme des branchies) sont spéciaux à ce genre.

» En résumé, le *Corambe* doit être placé dans une famille spéciale qui a beaucoup d'affinités avec les Anthobranches et se rapproche aussi des *Phyllidiidæ*. Ce résultat, que R. Bergh avait soupçonné par l'étude des caractères extérieurs, se trouve donc bien établi par les faits anatomiques. Cette famille s'éloigne complètement des *Pleurophyllidiidæ*, des Polybranches et des Pellibranches.

» A côté du *Corambe* il faut probablement placer dans cette famille deux formes qui me paraissent, autant qu'on en peut juger par des descriptions très insuffisantes, génériquement très voisines, sinon identiques : le *Doridella obscura* Verrill, long de 7^{mm}, des côtes orientales de l'Amérique du Nord, et l'*Hypobranchiæa fusca* Adams, de la mer Jaune, atteignant 15^{cm} de long. Ce dernier genre est le plus anciennement décrit (1847) et doit

donner son nom à la famille, ainsi que le Dr P. Fischer l'a déjà proposé. On voit que cette famille des *Hypobranchiœidœ* présente une aire de distribution très vaste (Amérique du Nord, mer des Sargasses, golfe de Gascogne, mer du Nord, mer Jaune). »

ZOOLOGIE. — *Les Acridiens* (Acridium peregrinum, *Oliv.*) *dans l'extrême Sud algérien. Les populations acridophages.* Note de M. **J. Kunckel d'Herculais.**

« Les dépêches transmises par l'autorité militaire annoncent que de nombreux vols de Criquets nomades ou pèlerins (*Acridium peregrinum*, Oliv.) commencent à envahir l'extrême sud de l'Algérie. Du 15 au 22 décembre 1890, des vols venant du sud ouest, c'est-à-dire de l'Aouguerout et des pays voisins, où ils ont commis de grands ravages, se sont abattus sur le territoire du cercle de Ghardaia, dans la région du sud-est comprise entre les postes d'El-Golea et de Ouargla, ainsi qu'au sud de Tougourt et d'El-Oued. Depuis lors, les uns se sont avancés vers Ouargla, qu'ils ont déjà dépassé; d'autres se sont dirigés vers la Tripolitaine. Une caravane de Meharza a apporté à Géryville la nouvelle que toute la région du Touat et du Gourara a été parcourue par des vols de ces Acridiens; ceux-ci ont d'abord poussé leurs incursions jusqu'à la lisière nord de l'Areg, qu'ils couvrent entièrement; puis ils se sont avancés dans la Hamoda, au sud de Géryville, où ils occupent actuellement un espace carré de trois journées de marche; ils remontent vers le nord.

» Ces Criquets sont ordinairement revêtus de teintes jaunes, ainsi que le rapportent tous les témoins des invasions et que le prouvent les descriptions et les figures. Olivier et Audinet-Serville ont signalé une variété rouge jaunâtre; tous les exemplaires vivants, morts ou préparés que j'ai entre les mains, qu'ils proviennent de l'extrême Sud, des départements de Constantine, d'Alger ou d'Oran, appartiennent sans exception à une variété superbe dont toutes les colorations jaunes sont remplacées par de belles nuances rouge carminé très foncé, passant au rose sur les ailes inférieures et les pattes. A quoi tient cette différence de coloration des pigments, portant sur des milliers d'individus? Les générations qui se développent dans les régions septentrionales par rapport à l'habitat normal y perdent-elles leur teinte primitive? Il est impossible de répondre actuellement.

» Ces Criquets pèlerins n'ont causé jusqu'ici que peu de dégâts, les dattes étant récoltées et les céréales n'étant pas sorties de terre ; la pépinière de Bou-Amem (Ouargla) seule aurait subi quelques dommages : mais ils sont une menace pour le Tell, qu'ils pourraient envahir dès le premier printemps, ainsi qu'ils l'ont fait en 1845, 1866, 1874, 1877. On aurait alors à combattre à la fois l'invasion des *Acridium peregrinum*, espèce nomade venant de l'extrême Sud, et celle des *Stauronotus Maroccanus*, espèce autochtone évoluant sur les hauts plateaux, ce qui créerait une situation difficile.

» Les populations des douars voisins des points d'atterrissements des Acridiens ont été levées immédiatement pour procéder à leur destruction. Les indigènes se sont d'autant mieux prêtés aux ordres qu'on leur donnait qu'ils utilisent ces grands Criquets comme aliments. Chaque tente, chaque maison a fait sa provision, évaluée en moyenne à une charge et demie par tente [1].

» Il est intéressant de constater que, de nos jours, il subsiste encore, dans les mêmes pays, une coutume qui remonte à la plus haute antiquité et qui s'est transmise à travers les âges chez les habitants du désert. Strabon, qui écrivait au commencement de notre ère, rapporte que, dans les contrées correspondant à notre extrême Sud algérien et tunisien, « au voisinage » des Strutophages, habitent les Acridophages qui vivent de sauterelles » que les vents du sud-ouest et de l'ouest, toujours très forts au printemps » dans ces régions, emportent et chassent vers leur pays »; et plus loin il ajoute : « Après qu'on les a ramassés, on les écrase, on les pile dans de la » saumure, pour en faire des espèces de gâteaux qui forment le fond de la » nourriture des Acridophages. » Ne croirait-on pas lire un passage des rapports ou des récits de nos officiers, témoins des invasions des Criquets pèlerins dans notre Sahara? Les autruches ayant disparu de ces régions,

---

(1) Pour les conserver, ils les font cuire d'abord dans l'eau salée, de la même façon que nous préparons les Crevettes; puis ils les sèchent au soleil. Ils en ramassent et préparent des quantités si considérables que, non contents d'assurer leurs approvisionnements, ils en font un article de négoce; c'est ainsi qu'ils les vendent actuellement sur les marchés de Tougourt, de Temacin et des villages voisins. J'ai eu entre les mains une boîte de ces Criquets fraîchement préparés, et j'ai pu me convaincre qu'ils constituaient un mets très acceptable; le goût de crevette que lui attribuent les voyageurs est assez prononcé. Avec le temps, ils perdent de leurs qualités; mais n'en serait-il pas de même de nos Crustacés, si nous les mangions salés et séchés au bout de quelques mois.

il n'y a plus de Strutophages; mais les Acridiens s'y montrant en immenses légions, il y a toujours, comme au temps passé, des Acridophages. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De l'influence de la nature des terrains sur la végétation.* Note de M. G. **Raulin**, présentée par M. Duclaux.

« La pratique agricole enseigne que les engrais ne sont pas tout en Agriculture, et que, indépendamment de ceux-ci, il y a des terrains de valeurs productives très inégales.

» M. Grandeau a, depuis un certain nombre d'années, établi à Tomblaine, à l'école Mathieu de Dombasle, des cases à végétation, dans lesquelles il a comparé l'influence, sur la production du blé, *de la nature du terrain*, de l'espacement des graines, de la variété des semences et des engrais : ces expériences ont mis en évidence l'intervention de la nature du sol, indépendamment des autres circonstances, pour faire varier le poids des récoltes.

» Il m'a semblé qu'il y aurait encore actuellement un certain intérêt à entreprendre des expériences ayant pour but l'étude spéciale de l'influence des éléments constitutifs des divers terrains agricoles sur les principales cultures, afin d'arriver, s'il est possible, à établir des nombres qui puissent guider jusqu'à un certain point la pratique agricole.

» On a commencé cette étude par l'expérience suivante, installée au champ d'expériences de la Faculté des Sciences de Lyon, à Pierre-Bénite :

» On a enlevé la terre végétale sur une profondeur de 95^{cm} et sur une étendue de 5 ares formant cinq carrés de 1 are chacun. Le sous-sol étant argileux, on a mis au fond 5^{cm} à 6^{cm} de gros gravier pour former un drainage; enfin on a rapporté dans chacun de ces carrés, savoir :

N° 1, une terre très riche en sable siliceux.	76 p. 100 du poids de la terre sèche
N° 2, une terre très riche en argile........	47 »
N° 3, une terre très riche en calcaire......	74 »
N° 4, une terre très riche en humus.......	68 p. 100 du poids de la terre de tourbe
N° 5, le mélange à volumes égaux des quatre terres précédentes.	

» On a semé les mêmes engrais chimiques sur ces cinq parcelles :

	Par an. kg
Sulfate d'ammoniaque (azote)................	0,6
Phosphate précipité (acide phosphorique)......	0,6
Chlorure de potassium (potasse)..............	0,7
Plâtre..................................	2,0

» Le 24 avril 1890, on a semé sur la moitié de chacun de ces carrés du *maïs* et sur l'autre moitié des *betteraves*.

» Dès les premiers jours, on a remarqué des différences fort remarquables dans la vigueur de ces diverses cultures : ces différences ont conservé pour les betteraves des rapports à peu près constants pendant toute la durée de la végétation, mais elles se sont notablement atténuées pour le maïs à mesure qu'on approchait de la maturité, sans doute à cause de la multiplicité des radicelles de cette céréale.

» La récolte a eu lieu le 17 novembre. Voici les résultats :

	Betteraves.			Maïs.		
	Poids à l'hectare.	Nombre.	Poids de l'unité.	Poids à l'hectare.	Nombre.	Poids de l'unité.
	kg		kg	kg		kg
N° 1, sable.............	2,051	37,400	0,055	37,600	54,400	0,691
N° 2, argile............	2,254	30,000	0,075	45,720	30,400	1,504
N° 3, calcaire..........	39,356	39,800	0,989	71,600	49,400	1,449
N° 4, terre de tourbe....	33,040	31,000	1,065	54,000	42,000	1,286
N° 5, mélange..........	59,100	39,200	1,508	78,000	41,400	1,884

» On a dosé le sucre dans les betteraves, et l'on a obtenu les nombres suivants :

	Sucre compté à l'état de $C^6H^{12}O^6$.
Betteraves du n° 1 (sable).............	6,17 pour 100
» 2 (argile).............	3,64 »
» 3 (calcaire)..........	7,56 »
4 (terre de tourbe)....	6,31 »
» 5 (mélange)..........	7,23 »

» Comme particularité, je citerai le fait suivant : le rang de betteraves placé dans le calcaire le long de la terre naturelle du champ, terre riche en humus, a donné des betteraves pesant 1730^{gr} chacune, pendant que chaque betterave de la terre naturelle pesait 838^{gr}, et les autres betteraves du calcaire 989^{gr}. En outre, les premières avaient une richesse en sucre exceptionnelle : 10,58 pour 100.

» *En résumé :* 1° le mélange des quatre terres, sable, argile, calcaire, terre de tourbe, a donné des betteraves et des maïs d'un poids supérieur à celui des plantes des terres séparées, et des betteraves d'une richesse saccharine supérieure à la moyenne ;

» 2° Il y a d'une terre à l'autre des différences considérables dans le

poids de l'unité des maïs, ou de l'unité ou de la richesse saccharine des betteraves;

» 3° Ces trois sortes de résultats ne sont pas du tout dans le même ordre : pour le poids des maïs, le sable a une infériorité marquée, et l'argile tient le premier rang (après le mélange); pour le poids des betteraves, le sable occupe le dernier rang, la terre de tourbe le premier; pour la richesse saccharine, l'argile donne le minimum de sucre, et le calcaire le maximum; le mélange même ne se place qu'après lui.

» Cette première série d'expériences a été faite dans des conditions un peu complexes : si les parcelles ont reçu le même engrais chimique, les diverses terres n'étaient pas, par elles-mêmes, absolument stériles, et elles contenaient naturellement des proportions d'azote, d'acide phosphorique, de potasse *assimilables*, notablement différentes, qui ont dû avoir leur part d'influence sur les résultats. Toutefois ces terres, qui n'avaient pas reçu d'engrais depuis plusieurs années, étaient très épuisées, et il est impossible d'expliquer par ces différences d'engrais naturel la totalité des différences énormes des résultats : une part d'influence considérable revient donc *à la nature des terrains*. C'est ce que je voulais établir pour le moment. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration des cellules à l'intérieur des tissus massifs.* Note de M. **Henri Devaux**, présentée par M. Duchartre.

« Les physiologistes se sont souvent demandé si, au centre de certains tissus d'apparence très compacte, la respiration normale est possible. Par exemple, dans une Betterave ou une Pomme de terre, les tissus forment une masse très dense, dans laquelle il semble n'exister aucun canal spécial, pouvant amener l'air extérieur jusqu'aux parties profondes. Il paraît donc probable que l'oxygène libre ne peut pénétrer jusque dans les parties centrales de ces organes, et que c'est surtout du gaz carbonique qu'on trouverait à sa place.

» S'il en était ainsi, les cellules externes auraient une vie aérobie, les cellules internes une vie anaérobie. Tout se passerait comme dans le cas d'une culture de Bactéries en vase profond : à la surface les êtres aérobies pullulent, saisissent l'oxygène au passage et n'en laissent pas arriver trace aux couches profondes, où ne peuvent vivre que des êtres anaérobies.

» Ainsi se pose la question suivante : la vie anaérobie existe-t-elle, d'une

manière normale et constante, au sein de certains tissus compacts et volumineux? J'ai fait à ce sujet des recherches spéciales [1], et j'ai toujours trouvé de l'oxygène libre en quantité notable au centre des organes étudiés. Ce fait résout la question précédente par la négative. Toutes les cellules des tissus massifs, même les plus profondes, reçoivent l'oxygène libre et possèdent la respiration normale.

» Dans la Pomme de terre, par exemple, l'analyse du mélange gazeux interne a donné la composition suivante :

CO^2	4,74
O	14,88
Az	80,38
	100,00

» Cette composition centésimale est peu variable et se retrouve chez beaucoup d'autres sujets. Dans la Betterave, le mélange avait une composition assez voisine de la précédente :

CO^2	4,68
O	12,94
Az	82,38
	100,00

» Dans les énormes fruits du Potiron, dont le poids peut dépasser 30^{kg}, on trouve de l'air presque pur, comme l'indique l'analyse suivante :

CO^2	2,52
O	18,29
Az	79,19
	100,00

» Ces exemples suffisent, car j'ai trouvé des résultats analogues pour tous les organes que j'ai eu l'occasion d'étudier, fruits, tubercules, racines tuberculeuses, Champignons, etc.

» On peut dire que, d'une manière habituelle, la proportion d'oxygène dépasse 10 pour 100 dans l'atmosphère interne. Ce fait nous permet d'affirmer qu'au centre des tissus massifs la respiration est toujours normale.

(1) H. Devaux, *Méthode nouvelle pour l'étude des atmosphères internes chez les végétaux* (*Bulletin de la Société philomathique*, 8e série, t. II, 1890-91, p. 110, avec figures dans le texte); *Atmosphère interne des tubercules et racines tuberculeuses* (*Bulletin de la Société botanique*, 16 décembre 1890, et *Bulletin de la Société philomathique*, 17 décembre 1890.)

» Il reste à expliquer comment l'oxygène peut ainsi pénétrer à l'intérieur de masses cellulaires si compactes. J'ai reconnu que la pénétration se produit à travers des espaces très fins, très ramifiés dans la masse totale, et qui rendent celle-ci notablement poreuse, malgré son apparence compacte. Ces espaces sont bien visibles au microscope, parce qu'ils sont pleins d'air; ils représentent des méats aérifères anastomosés entre eux et formant au sein des tissus une arborisation étendue. Les gaz peuvent circuler dans les fins canalicules de ce système, car j'ai pu aspirer l'air extérieur à travers toute une grosse Pomme de terre, entière et vivante, sans aucune difficulté. Il suffit même que l'air contenu dans les méats soit soumis à une dépression manométrique très faible pour qu'aussitôt l'air extérieur se mette à rentrer; quand le manomètre marque -1^{mm} de mercure, il y a un courant gazeux rentrant sans cesse par ces canalicules.

» C'est certainement par suite de cette circulation facile de l'air dans les méats aérifères, que la Pomme de terre a une atmosphère interne relativement pure. La même explication s'applique à tous les organes étudiés, fruits ou tubercules, car tous ont une porosité plus ou moins grande. J'ai fait, à ce sujet, des expériences qui ne laissent aucun doute (1).

» La porosité existe dans les tissus vivants et n'existe pas dans les liquides. C'est pour cela que les cellules vivantes d'un tubercule et celles d'une culture liquide se comportent d'une manière absolument différente en apparence. Dans le premier cas, l'oxygène gazeux peut pénétrer facilement dans les parties les plus profondes du tubercule. Dans le deuxième cas, l'absence de pores empêche toute pénétration rapide, et les parties profondes peuvent ne pas recevoir la moindre trace d'oxygène.

» *En résumé*, on peut conclure de ce qui précède que :

» 1° Les gaz confinés au milieu des tissus massifs renferment toujours une forte proportion d'oxygène.

» 2° La respiration des cellules les plus internes des fruits, des tubercules, etc., est toujours la respiration normale.

» 3° La communication est établie, entre ces cellules intérieures et l'atmosphère externe, par un système de canaux aérifères ramifiés, qui permet le passage rapide des gaz, même pour une faible différence de pressions (2). »

---

(1) Voir, par exemple : H. Devaux, *La porosité du fruit des Cucurbitacées* (*Revue générale de Botanique*), février 1891.

(2) Ces recherches ont été faites dans les laboratoires d'Organographie et de Physiologie végétale du Muséum d'Histoire naturelle, dirigés par M. Ph. van Tieghem.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'état hygrométrique de l'air sur la position et les fonctions des feuilles chez les Mousses.* Note de M. **Eugène Bastit**, présentée par M. Duchartre (¹).

« Si l'on compare des tiges de *Polytrichum* vivant dans des lieux humides aux tiges de même espèce, mais se développant dans les endroits secs, on observe que, dans le premier cas, les feuilles sont largement épanouies et présentent une face supérieure convexe et très inclinée par rapport à la tige; dans le second, elles se montrent latéralement refermées sur elles-mêmes et rapprochées de l'axe au point de devenir embrassantes. L'absence ou la présence de la vapeur d'eau dans l'air sont les causes physiologiques de ces deux positions différentes que prennent les feuilles et des mouvements exécutés par elles pour passer d'une position à l'autre.

» Or, des coupes transversales et longitudinales des feuilles montrent que la structure est loin d'être uniforme sur leurs deux faces : du côté supérieur ou interne on ne trouve que des tissus purement cellulosiques (épiderme interne et lames chlorophylliennes); du côté inférieur ou externe on n'observe que des tissus de résistance (hypoderme interne subérifié médian et longitudinal garnissant le quart environ de la largeur du limbe, hypoderme interne subérifié médian et longitudinal, garnissant les deux tiers environ de la largeur du limbe, épiderme externe à parois extérieures épaisses et recouvertes d'une cuticule). Dès lors les mouvements peuvent s'expliquer facilement : dans une atmosphère sèche, la transpiration devient considérable; de là une perte d'eau et, par suite, une contraction des tissus cellulosiques, c'est-à-dire de la face interne de la feuille. Cette contraction produit, autour du point d'insertion, un mouvement d'articulation de la feuille, laquelle se rapproche alors de la tige, et en même temps, sur toute la longueur de la feuille, un mouvement de flexion qui rend concave sa face supérieure.

» Outre ces deux mouvements longitudinaux, la feuille exécute des mouvements latéraux, décomposables en mouvements d'articulation et en mouvements de flexion. Les mouvements d'articulation s'effectuent autour de trois axes pairs, parallèles au plan de symétrie de la feuille, et situés : le plus interne, à la limite latérale de l'hypoderme interne ; le suivant, à la

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la bienveillante direction de M. le Professeur Gaston Bonnier.

limite de l'hypoderme externe; le plus latéral, à la limite de l'épiderme interne. Chaque portion de la feuille comprise entre deux axes consécutifs exécute en même temps un mouvement de flexion latérale, qui rend sa face interne concave transversalement. Les mouvements latéraux ont pour effet d'augmenter la concavité interne de la feuille, jusqu'à amener les deux régions marginales au contact l'une de l'autre. Ainsi, en même temps qu'elle entraîne la tige, la feuille se ferme sur elle-même en canal.

» Quelle peut être l'influence de l'état d'une tige fermée sur la respiration et sur la fonction chlorophyllienne? Voici comment j'ai opéré pour m'éclairer à ce sujet :

» Dix extrémités feuillées de tiges de *Polytrichum*, pesant ensemble 2^{gr} environ, étaient introduites à l'état épanoui dans une éprouvette remplie d'air humide. Cette éprouvette était portée sur le mercure; j'y introduisais une faible quantité d'acide carbonique, et, après avoir brassé le contenu gazeux, je faisais une prise initiale. Je maintenais ensuite l'éprouvette à l'obscurité pendant dix heures, temps au bout duquel je faisais une deuxième prise de gaz. L'éprouvette était alors exposée pendant dix heures à la lumière diffuse et je pratiquais une prise finale. L'analyse de chaque prise donnait la composition de l'atmosphère : 1° au commencement de l'expérience; 2° à la fin de l'exposition à l'obscurité; 3° à la fin de l'exposition à la lumière. La comparaison des deux premières prises indiquait les modifications qui se produisaient dans l'atmosphère par suite des échanges respiratoires; celles qui résultaient de la fonction chlorophyllienne étaient indiquées par la comparaison des deux dernières prises.

» Aussitôt après la prise finale, les tiges étaient placées sur une coupelle que l'on maintenait pendant quelques heures sous une cloche remplie d'air sec. Quand elles avaient pris la position fermée, on les introduisait dans une éprouvette contenant de l'air sec, sur laquelle on opérait à l'obscurité et à la lumière diffuse de la même manière et pendant le même temps que pour les tiges épanouies.

» Voici les résultats que j'ai obtenus :

» 1° *Respiration.* — Dans les deux positions, les échanges gazeux se sont toujours effectués dans le même sens et avec la même régularité. Le rapport du volume de l'acide carbonique exhalé au volume d'oxygène absorbé, s'est toujours montré sensiblement constant et très voisin de l'unité, sans jamais la dépasser. D'ailleurs, la proportion d'oxygène contenue dans l'atmosphère à la fin du séjour dans l'obscurité n'a jamais été inférieure à 16 pour 100. Ainsi, dans les deux états, les tiges feuillées des Mousses rentrent dans le cas général de la respiration des tissus à chlorophylle, étudiée par MM. Bonnier et Mangin (¹).

(¹) *Annales des Sciences naturelles, Bot.*, t. XIX, p. 217.

» Mais si le rapport des gaz échangés reste le même, il n'en est pas ainsi de l'intensité : ce rapport est toujours inférieur à l'unité, ce qui démontre que la respiration des tiges à l'état fermé est toujours fort ralentie.

» 2° *Fonction chlorophyllienne.* — Le sens des échanges gazeux opérés sous l'action de la lumière est resté le même dans les deux positions des tiges. Le rapport du volume d'oxygène dégagé à celui de l'acide carbonique décomposé est resté, dans l'un et dans l'autre cas, très voisin de l'unité, sans jamais lui être inférieur. Mais les tiges à l'état fermé décomposent toujours beaucoup moins d'acide carbonique et dégagent beaucoup moins d'oxygène que lorsqu'elles sont épanouies; d'où on doit conclure que, dans les tiges à l'état fermé, la fonction chlorophyllienne est considérablement ralentie.

» En résumé :

» 1° *L'absence de vapeur d'eau dans l'atmosphère provoque, sur les feuilles des Mousses, des mouvements longitudinaux et latéraux, qui ont pour effet de refermer chaque feuille sur elle-même et de la rapprocher de la tige;*

» 2° *Dans la position fermée aussi bien que dans l'état d'épanouissement des tiges feuillées, la respiration et la fonction chlorophyllienne se comportent selon les lois générales connues chez les végétaux à chlorophylle;*

» 3° *Dans la position fermée des tiges feuillées, la respiration est considérablement ralentie et la fonction chlorophyllienne l'est encore davantage.*

» C'est donc pendant l'hiver, quand l'atmosphère est le plus souvent saturée d'humidité, que les Mousses élaborent avec le plus d'intensité les principes nutritifs, ce qui peut expliquer la formation, pendant la saison froide, de l'œuf et du sporogone. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'argile à silex du bassin de Paris.* Note de M. A. de Lapparent, présentée par M. Daubrée.

« L'argile à silex est une des formations les plus énigmatiques du bassin de Paris. Bien des hypothèses, dont aucune n'a encore paru satisfaisante, ont été proposées pour expliquer son mode de formation. Après avoir, pour notre part, consacré de longues réflexions à l'origine de cette argile, qu'il nous a été si souvent donné d'étudier sur toute la bordure du bassin, nous nous permettrons de hasarder l'explication suivante.

» Le trait dominant de l'*argile à silex* des plateaux de Normandie est, d'une part, sa pénétration dans la craie en poches qui ne peuvent avoir

été formées que par dissolution sur place, de l'autre, la présence extrêmement fréquente, au centre des poches, d'amas d'argiles, de sables et de grès, dans lesquels il est aisé de reconnaître les dépôts habituels du facies continental de l'*argile plastique*. Ces amas sont disloqués, ployés et portent l'empreinte manifeste d'un lent effondrement, qui les a fait tomber peu à peu dans ces poches, sur l'emplacement desquelles ils préexistaient, recouvrant la craie en couches sensiblement horizontales.

» Le fait est général dans toute la Normandie. Il s'accuse aussi bien aux environs de Verneuil et de Dreux que près de Bolbec, de Rouen et sur les bords du pays de Bray. C'est ainsi que tant de gisements de grès éocènes, autrefois exploités pour pavés, ont été conservés à la surface du pays de Caux. C'est ainsi que souvent les silex, produits de la dissolution de la craie, se trouvent empâtés et recouverts par des argiles bariolées. aux couleurs extrêmement vives, dont les analogues se voient en place, à un niveau géologique indiscutable, dans quelques localités, comme celle de Mélamare, près de Bolbec.

» Seulement, à mesure qu'on s'éloigne des collines de la haute Normandie, où les affleurements de grès et schistes siluriens formaient les centres de dispersion des sables et argiles bariolés éocènes, la couleur des argiles à silex devient de moins en moins rutilante et, dans le Ponthieu, on ne voit plus que des argiles brunes, produites aux dépens de dépôts dont la teinte originelle n'offrait rien d'exceptionnel.

» On est ainsi amené à reconnaître que c'est postérieurement à la formation de l'argile plastique, alors que les dépôts de cet âge couvraient les plateaux de l'Ouest, que s'est produit le phénomène qui, en provoquant la dissolution de la craie, a déterminé le creusement des poches, aux contours souvent si déchiquetés, et y a fait tomber, au fur et à mesure, les dépôts éocènes.

» Or cette action nous semble très comparable à celle qui a engendré les *gîtes calaminaires*. On sait que ces gisements, où les minerais oxydés du zinc et du plomb s'épanouissent en poches irrégulières au milieu de calcaires, occupent toujours la jonction de ces calcaires avec des formations de nature imperméable, telles que des schistes argileux. On reconnaît alors qu'un filon, qui traversait une fente des schistes en y déposant un mince enduit de sulfures, s'est considérablement élargi dans les calcaires, les eaux thermales métallifères s'y étant, en quelque sorte, dédommagées de l'arrêt qu'elles subissaient à la rencontre du terrain inattaquable.

» De la même façon qu'on imagine, après l'éocène inférieur, des éma-

nations carboniques, des mofettes par exemple (comme celles qui existent encore en si grand nombre dans le massif de l'Eifel), cherchant à se faire jour à travers le substratum crayeux du bassin de Paris; l'argile plastique les arrête; alors elles emploient leur activité à dissoudre la craie au contact, en suivant de préférence ses lignes de fissures. Les silex seuls subsistent; les argiles, tantôt bariolées, tantôt grises ou noires, qui les recouvrent, descendent peu à peu dans les poches, en s'y modifiant plus ou moins, et forment la gangue des silex. Enfin l'agrandissement progressif des cavités entraîne la lente descente des sables et grès supérieurs à l'argile.

» Plus tard, quand l'érosion prendra possession du pays, les séries de poches les plus larges et les plus profondes seront prédestinées, en dessinant les lignes de moindre résistance, à fixer la position des vallées, accusant les fentes ou diaclases dominantes du terrain. Ainsi se justifierait ce fait bien connu, que les poches d'argile à silex semblent *descendre sur les flancs des vallées,* alors que pourtant elles sont antérieures au creusement de ces dernières.

» Il reste à expliquer pourquoi les argiles à silex, si abondantes en Normandie et dans les parties occidentales de la Picardie, font défaut sous le bassin tertiaire parisien proprement dit. La raison nous semble facile à découvrir, aujourd'hui surtout que la précieuse Carte souterraine de M. G. Dollfus ([1]) a si bien fait connaître l'allure plissée de ce bassin. Cette Carte montre, avec la dernière évidence, que les dépôts marins de l'époque tertiaire occupent un synclinal rectiligne, parallèle au bord oriental de l'Armorique et marquant une dépression, par où la mer pénétrait de Belgique en France.

» Les lambeaux éocènes de Dieppe et du Ponthieu accusent un autre synclinal semblable, aujourd'hui caché par la Manche; et toute la région comprise entre ces deux sillons forme un vaste anticlinal, dont le bombement a dû se prononcer dès l'aurore du calcaire grossier. On comprend bien alors pourquoi les fentes, par où les sources carboniques devaient tendre à sortir, se sont localisées sur ce bombement, qui se disloquait à mesure de son exhaussement. Cette région soulevée comprend justement le Thymerais, la haute Normandie, le Ponthieu et l'Artois.

» Des fentes analogues ont dû s'ouvrir sur le bord sud du bassin tertiaire, dans le pays d'Othe et dans le Gâtinais, où l'argile à silex est très

---

([1]) *Bulletin des services de la Carte géologique de France*, n° 14, juillet 1890.

développée, tandis que la Champagne y a échappé, d'un côté parce qu'elle était trop voisine du synclinal tertiaire; de l'autre, peut-être, parce que l'argile plastique n'y a pas débordé vers l'est. Quant à la Picardie centrale, non seulement la craie y était généralement exempte de silex, mais les sables glauconieux suessoniens, qui la recouvraient uniformément, n'auraient pas opposé à l'action des eaux carboniques l'obstacle nécessaire à la formation d'une nombreuse série de poches. Aussi, pour trouver avec abondance le *bief à silex*, faut-il aller vers l'ouest, c'est-à-dire se rapprocher de la région bombée et, en même temps, s'éloigner des anciennes plages de la mer suessonienne. Néanmoins, quelques poches se sont produites en des points favorables, témoins ces effondrements de sables éocènes que nous avons été le premier à signaler dans le Vermandois et le Cambrésis (¹).

» Nous ajouterons que la formation de mofettes carboniques, coïncidant avec un bombement du sol, paraît très naturelle à une époque comme celle de l'éocène supérieur où, sur presque toute la surface du continent français, l'activité des sources thermales s'accusait par la formation des dépôts dits *sidérolithiques*.

» L'explication qui vient d'être donnée n'exclut aucunement l'existence, en certains points, de *conglomérats éocènes*, antérieurs à l'argile plastique. Nous croyons seulement qu'en général ces conglomérats nous sont parvenus, non sous leur forme originelle, mais après avoir subi, par le fait des actions chimiques invoquées, une transformation assez profonde. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La formation des glaçons-gâteaux.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« Morges, 25 janvier 1891.

» Par les grands froids de la semaine dernière, il y a eu des congélations locales du lac Léman : la rade de Genève a été entièrement prise; dans le fond de quelques golfes, nous avons vu l'eau *se cailler*. J'en ai profité pour étudier le développement des glaçons en forme de gâteaux, les *pan-cakes* des Anglais, que j'appellerai les *glaçons-gâteaux*.

» Le lac agité par le vent ne se congèle pas comme une eau tranquille. Dans celle-ci, la prise a lieu en masse; les aiguilles de glace se soudent en

---

(¹) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. II, p. 58.

une pellicule, mince d'abord, qui s'épaissit ensuite; les radeaux de glace ainsi constitués peuvent avoir une étendue indéfinie : le 18 décembre 1879, le lac de Morat tout entier s'est pris en une couche continue, dans l'intervalle du soir au matin. Dans un lac secoué par les vagues, on voit, au contraire, quand la congélation commence, apparaître des glaçons libres, serrés les uns contre les autres, aplatis, circulaires, entourés et surmontés par un bourrelet de glace blanche qui s'élève au-dessus de l'eau; de petites dimensions d'abord, de quelques décimètres de diamètre, ils s'agrandissent progressivement et peuvent atteindre 1^m ou 2^m de largeur. Maintenus en mouvement par la houle qui les bouscule les uns contre les autres, ils restent longtemps libres, jusqu'à ce que, comprimés par le fait de leur accroissement progressif, ils s'immobilisent; ils se soudent alors aussitôt en une nappe solide, où les limites des gâteaux sont indiquées par les bourrelets de glace blanche qui les surmontent.

» C'est le même phénomène qui se développe dans un fleuve qui charrie; les glaçons-gâteaux, d'abord petits, se serrent de plus en plus à mesure qu'ils augmentent de diamètre, jusqu'au moment où la rivière se prend en une couche continue, immobile. Pour autant que j'en puis juger par les descriptions des voyageurs polaires, la mer se congèle parfois par un procédé analogue. C'est donc un phénomène général que la formation de glaçons mobiles, en figures de gâteaux aplatis, discoïdes, circulaires, à bourrelet marginal supérieur, qui s'accroissent progressivement en diamètre et en épaisseur. Voici l'explication que j'en propose :

» 1° La forme circulaire est causée et maintenue par le heurt des glaçons les uns contre les autres ; poussés par les vagues du lac ou par les remous du courant dans un fleuve, ils s'entrechoquent sans cesse, leurs parties saillantes sont usées et leur forme circulaire se perfectionne tant qu'ils sont libres.

» 2° L'accroissement en diamètre s'explique par la formation de nouvelle glace à la périphérie de la partie immergée du glaçon. Dans une eau douce à 0°, dans une eau salée à la température de congélation, quand cette eau perd de la chaleur, les cristaux de glace augmentent de volume aux dépens de l'eau ambiante. Sur tout le pourtour du glaçon il se produit donc de nouvelles couches de glace : si le glaçon est encore irrégulier, les aiguilles de glace de nouvelle formation sont mieux protégées dans les angles rentrants contre le choc des autres glaçons et la figure circulaire du gâteau en est perfectionnée ; quand le glaçon est circulaire, c'est sur toute sa circonférence que la nouvelle couche de glace se forme également. De

là l'accroissement en diamètre du glaçon. Son accroissement en épaisseur a lieu, sur sa face inférieure, par apposition de nouvelles couches horizontales. Quand les gâteaux sont soudés ensemble, ce dernier mode d'accroissement continue seul.

» 3° L'établissement du bourrelet marginal est dû au choc des glaçons les uns contre les autres : les aiguilles de glace de nouvelle formation sont fragiles, et nombre d'entre elles sont brisées; l'eau chargée de ces cristaux détachés rejaillit entre les glaçons et est rejetée sur le bord de ceux-ci; la poussière de glace y est prise par la gelée et produit le bourrelet de glace blanche caractéristique.

» 4° Pourquoi ce bourrelet de glace blanche est-il seulement périphérique, et comment n'occupe-t-il pas par des anneaux concentriques toute la face supérieure du gâteau? Quand le glaçon était petit, il avait déjà son bourrelet; à mesure qu'il a augmenté en diamètre, le bourrelet a continué à se former par apposition de couches externes. Comment les bourrelets les premiers constitués disparaissent-ils, pour ne laisser subsister que celui de dernière formation? Voici la raison de ce détail : le bourrelet de glace blanche s'élève de quelques centimètres au-dessus de l'eau; il pèse de tout son poids sur le glaçon et le fait submerger; la face supérieure du gâteau s'enfonce sous 1^{cm} ou 2^{cm} d'eau. Cette eau, emprisonnée sur le gâteau comme dans une cuvette, est mise en mouvement par les oscillations du glaçon agité par la houle; il s'y développe des vagues de balancement, qui viennent battre alternativement d'un côté à l'autre le bord interne du bourrelet, l'attaquent et tendent à le détruire. Tandis que le bourrelet se reforme sans cesse à l'extérieur, il est sans cesse rongé à l'intérieur. Ainsi le glaçon, en agrandissant son diamètre, tend à reporter à l'extérieur son bourrelet, qui reste ainsi toujours périphérique ou marginal.

» 5° Sur de grands glaçons, j'ai vu des gâteaux de formation secondaire, au nombre de 4, 6 et 8, se développer au milieu de la cuvette du glaçon principal; chacun d'eux offrait tous les caractères qui s'observent dans les gâteaux isolés.

» 6° En même temps, cette couche d'eau qui recouvre la face supérieure du gâteau perd de la chaleur et, en se congelant au fond de la cuvette, forme de nouvelles couches de glace qui augmentent l'épaisseur du disque. Le gâteau est donc, en définitive, constitué par un noyau primitif au milieu de l'épaisseur de la glace; ce noyau est entouré de couches concentriques à la périphérie, et de couches planes au-dessus de sa face supérieure et au-dessous de sa face inférieure.

» 7° Quant au noyau qui représente le centre primitif du gâteau, je présume que ce peut être un morceau de glace quelconque, ou bien un faisceau d'aiguilles de glace, comme nous les voyons apparaître dans l'eau en mouvement, ou bien une stalactite de glace détachée du rivage par les vagues, ou bien un paquet de neige tombé d'un mur ou d'une falaise, ou bien un fragment de glace tabulaire amené par un affluent du lac ou du fleuve, ou bien encore un morceau de glace de fond, qui est venu flotter à la surface. Si mon interprétation est juste, il n'y a pas lieu de chercher pour la formation des glaçons-gâteaux, dans les lacs et dans les rivières, une origine unique et toujours la même; les difficultés qui ont provoqué tant de discussions disparaissent. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques sur la température à Marseille.* Note de M. J. Léotard.

« Il se produit à Marseille un phénomène thermique qui semble mériter l'examen des météorologistes.

» La température moyenne pendant l'année 1890 à Marseille a été de 13°,6, chiffre inférieur à la normale, qui égale 14°,2 depuis soixante-six ans. Cette moyenne est supérieure à celle des trois années précédentes, mais inférieure à celle des années écoulées de 1879 à 1886 inclusivement.

» La moyenne des minima a été de 7°,86, alors que sa normale s'élève à 9°,69, tandis que la moyenne des maxima atteint 19°,36, sa normale n'étant que de 18°,75.

» C'est donc l'abondance et l'intensité de basses températures nocturnes qui causent la faiblesse de la moyenne générale annuelle. Au contraire, la température au milieu du jour est généralement plus forte que d'ordinaire. En outre, le printemps et l'été sont plus voisins de la normale que l'automne et l'hiver.

» Déjà, en 1889, le même fait météorologique s'est produit, mais il était moins accentué, la moyenne des minima ayant été de 8°,23. Ce phénomène paraît être assez énigmatique, car la cause de l'abaissement actuel de la température devrait, semble-t-il, agir le jour et la nuit. »

M. P. Dignat adresse une Note intitulée « Variations d'intensité qu'on peut observer dans un même courant galvanique, d'intensité initiale donnée, et passant dans le corps vivant à travers les téguments. »

M. E. Delaurier adresse une Note intitulée « Les théories chimiques de Stahl et de Lavoisier ».

M. E. des Rieux adresse, de Villebourg (Algérie), une Note relative aux désastres produits par les tremblements de terre du mois de janvier, dans ce village et à Gouraya.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 janvier 1891.

Traité pratique de Chimie métallurgique; par le baron Hanns Juptner de Jonstorff. Traduit de l'allemand par Ernest Vlasto. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; un vol. gr. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, neuvième série, tome II. Toulouse, Douladoure-Privat, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

La Géologie de l'Andalousie et le tremblement de terre du 25 *décembre* 1884 *d'après le récent Rapport de la Mission française; par* M. Emm. de Margerie. Paris, Octave Doin, 1890; gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Guide du géologue dans le tertiaire parisien; par A. Laville. Paris, Dagincourt et Cie, 1890; br. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Occasional papers of the California Academy of Sciences. — I. *A revision of the South American Nematognathi or Cat-Fishes; by* Carl H. Eigenmann and Rosa Smith Eigenmann. — II. *Land Birds of the Pacific district; by* Lyman Belding. San Franscisco, California Academy of Sciences, 1890; 2 vol. in-8°.

C.-G.-J. Jacobi's Gesammelte Werke. Herausgegeben auf veranlassung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften; fünster Band, herausgegeben von K. Weierstrass. Berlin, Druck und Verlag von Georg Reimer, 1890; 1 vol. in-4°.

Catalog von 3949 *Sternen zwischen* 64°50′ *und* 70°10′ *nördlicher Declination* 1885 *für das Æquinoctium* 1875; *nach Zonen-Beobachtungen am Ertelschen Meridiankreise der Universität-Sternwarte in Christiania in den Jahren* 1870 *bis* 1881; *von* C. Fearnley und H. Geelmulden. Leipzig, 1890, in Commission bei Wilhem Engelmann; br. in-4°.

La topographie crano-cérébrale. Applications chirurgicales; par Ch. Debierre et R.-L. Le Fort. Paris, F. Alcan. 1890; 1 vol. in-8°. (Deux exemplaires.) (Envoyé au concours du prix Lallemand.)

De la tuberculose chirurgicale; par le Dr Paul Thiéry. Paris, G. Steinheil, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.) (Envoyé au concours du prix Barbier.)

Essai sur l'état mental des hystériques; par le Dr Henri Colin. Paris, J. Rueff et Cie, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Envoyé au concours du prix Lallemand.)

Voyages chez les lépreux; par le Dr Zambaco Pacha. Paris, G. Masson, 1891; 1 vol. in-8°. (Envoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Publications périodiques.

Mémorial de l'Artillerie de la Marine (*Ministère de la Marine*). — *Bibliothèque universelle et Revue suisse.* — *Bulletin officiel de la propriété industrielle et commerciale.* — *Polybiblion, Revue bibliographique universelle.* — *Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx* (publiés par A. Gouguenheim. — *Boletin de la real Academia de la Historia* (*Madrid*).